GRENZFRAGEN DES NERVEN- UND SEELENLEBENS.

EINZEL-DARSTELLUNGEN
FÜR
GEBILDETE ALLER STÄNDE.

IM VEREINE MIT HERVORRAGENDEN FACHMÄNNERN DES IN- UND AUSLANDES
HERAUSGEGEBEN VON

Dr. L. LOEWENFELD IN MÜNCHEN. UND **Dr. H. KURELLA** IN BRESLAU.

XXX.

ÜBUNG UND GEDÄCHTNIS.

EINE PHYSIOLOGISCHE STUDIE.

VON

DR. MED. SEMI MEYER
IN DANZIG.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1904.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Praktischer Leitfaden

der

qualitativen und quantitativen Harnanalyse

(nebst Analyse des Magensaftes)

für Aerzte, Apotheker und Chemiker

von

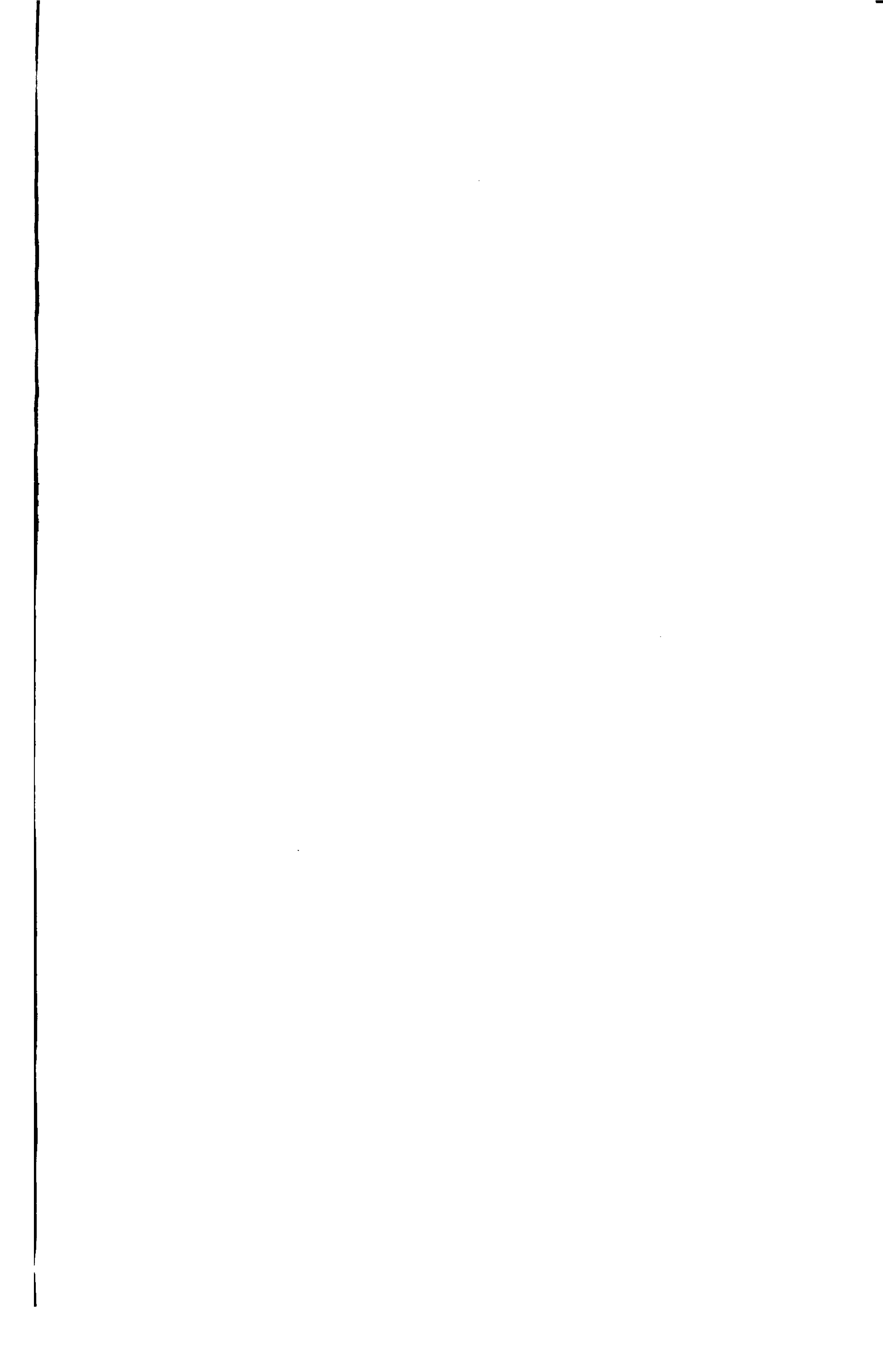
Dr. Sigmund Fränkel,
Dozent für medizinische Chemie an der Wiener Universität.

Mit fünf Tafeln. — Geb. M. 2.40.

Vorwort.

Dieser kleine Leitfaden ist aus Aufzeichnungen entstanden, nach denen ich in den Jahren 1896 bis 1902 an der Wiener Universität praktische Kurse der Harnanalyse für Aerzte, Apotheker und Chemiker abgehalten. Die Methoden sind derart gewählt, dass sie mit einfachsten Hilfsmitteln und technischen Behelfen durchgeführt werden können; die Anleitungen zur Analyse werden so gegeben, wie sie sich in der Erfahrung mit chemisch verschiedenartig vorbereiteten Hörern am besten bewährt haben. Die Reaktionen und Verfahren sind nicht nur beschrieben, sondern auch durchwegs erklärt. In dieser Gestalt dürfte das Büchlein ein brauchbarer Wegweiser für den Lernenden, ein Hilfsmittel für den Praktiker sein.

Inhalt.



GRENZFRAGEN

DES

NERVEN- UND SEELENLEBENS.

EINZEL-DARSTELLUNGEN

FÜR

GEBILDETE ALLER STÄNDE.

IM VEREINE MIT HERVORRAGENDEN FACHMÄNNERN
DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN VON

Dr. L. LOEWENFELD IN MÜNCHEN UND **Dr. H. KURELLA** IN BRESLAU.

DREISSIGSTES HEFT:

ÜBUNG UND GEDÄCHTNIS.

EINE PHYSIOLOGISCHE STUDIE

VON

DR. MED. SEMI MEYER
IN DANZIG.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1904.

ÜBUNG UND GEDÄCHTNIS.

EINE PHYSIOLOGISCHE STUDIE.

VON

DR. MED. SEMI MEYER
IN DANZIG.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1904.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

Übungsfähigkeit und Gedächtnis erreichen beim Menschen unter allen Geschöpfen die höchste Vervollkommnung und keine anderen als diese beiden Fähigkeiten bewirken die Überlegenheit des Menschen über die Tiere und haben ihn in den Stand gesetzt, die Stellung zu erringen, welche er auf der Erde einnimmt. Die durch Übung und Gedächtnis gewonnenen Thätigkeiten herrschen beim Menschen derart vor, dass die ganze Arbeitsweise des Gehirns durch ihre hohe Ausbildung eingreifend umgestaltet werden musste. Es ist ein weitverbreiteter Irrtum, dass das menschliche Nervensystem in allen seinen Teilen und in jeder Funktion jedem tierischen zwar durchaus überlegen sei, dass aber die Arbeitsweise des Nervensystems überall im Wesen dieselbe sei, und die ungleich höheren Leistungen des menschlichen Nervensystems nur auf der grösseren Vervollkommnung und Spezialisierung derselben Funktionen beruhe, die wir, nur in geringerer Ausbildung, auch im Tierreich überall vorfinden sollen. Dass das ein Irrtum ist, darüber zu belehren, genügt ein Blick auf den neugeborenen Menschen und zum Vergleiche dazu auf ein neugeborenes Hühnchen.

Das Hühnchen, das künstlich in einem Brutapparat ausgebrütet ist und also keinen Unterricht vom Muttertier genossen haben kann, läuft, kaum dass es das Licht der Welt erblickt hat, munter umher und pickt nach jedem Gegenstand, der ihm zur Nahrung dienen kann. Beide Thätigkeiten werden zwar nicht ganz so geschickt ausgeführt, wie nach einigen Lebenswochen, der Unterschied ist jedoch kaum bemerkbar, das Tier trifft mit dem Schnabel die Körner fast genau, und bewegt sich mit grosser Sicherheit im Raume. — In welchem wahrhaft kläglich unbeholfenem Zustande erblickt dagegen der Mensch das Licht der Welt! Das neugeborene Kind kann eigentlich nichts weiter als atmen, schreien und saugen, und doch ist dieses, vollständig auf die Hilfe der Mutter angewiesene Wesen mit Eigenschaften ausgestattet, die es zu Leistungen im späteren Leben befähigen, mit denen die des Huhnes nicht den entferntesten Vergleich aushalten.

Der auffallende Gegensatz könnte nun vielleicht darauf zurückgeführt werden, dass das Nervensystem beim Menschen zur Zeit, wo die

Geburt erfolgt, noch nicht so weit entwickelt ist, wie beim Huhn, wenn es das Ei verlässt. Die Entwicklungsstufe des Gehirns zu diesem Zeitpunkt, ist es jedoch nicht, die den Unterschied bewirkt, sie ist es nicht einmal im geringsten Grade, wenn auch thatsächlich zur Zeit der Geburt das Nervensystem bei den einzelnen Geschöpfen noch sehr verschieden weit vom fertigen Zustand entfernt ist und auch das menschliche Gehirn sich noch nach der Geburt weiter entwickelt. Die wesentlichsten Teile des Nervensystems sind aber mit der Geburt bereits in funktionstüchtigem Zustande, und wie wir weiterhin sehen werden, fangen sie auch thatsächlich sofort an zu funktionieren, nur ist die Arbeitsweise des menschlichen Gehirns gerade in ihren wichtigsten Gebieten eine durchaus andere als beim Hühnchen, und wir werden sehen, dass es die Fähigkeiten der Übung und des Gedächtnisses sind, die dies bedingen. Wenn ein Mensch mit einem Nervensystem geboren würde, wie es sich etwa bis zum vierten Lebensjahr entwickelt hat, wo der Gang und sogar die Sprache bereits ziemlich vollkommen ausgebildet sind, so würde doch kurz nach der Geburt von diesen Thätigkeiten nichts geleistet werden, denn diese Funktionen werden eben dem Menschen nicht angeboren, wie dem Hühnchen das Laufen und das Ergreifen der Nahrung, sondern sie müssen von jedem einzelnen Menschen erst erlernt, das heisst vermittelst Übung und Gedächtnis erworben werden. Dass der Mensch aber lernen kann in weit höherem Masse als jedes andere Geschöpf, das ist sein Vorzug und darauf beruht seine Überlegenheit.

Aber wenn der Mensch schon so vieles erlernt, wozu das Gehirn der Tiere die Grundlage nicht abgeben kann, wie hängt es doch damit zusammen, oder hängt es überhaupt damit zusammen, dass er nun alles, was er überhaupt kann, erst mühsam erlernen muss, und nicht wie das Hühnchen wenigstens die zum Leben notwendigsten Funktionen ebenso fertig auf die Welt mitbringt? Es ist ja auf den ersten Blick nicht einzusehen, weshalb wir für die Fähigkeit, schwierige Thätigkeiten zu erlernen, den immerhin doch unbequemen und vielleicht im Daseinskampf oft störenden und schädigenden Zwang in den Kauf nehmen müssen, nun alle Funktionen, auch die für das Leben notwendigsten wie die Ortsbewegung, erst mühsam durch Übung uns anzueignen. Warum sollte es denn nicht denkbar sein, dass der Mensch die Fähigkeit zu laufen und seine Hände zum Ergreifen der Nahrung zu gebrauchen, von der, wie man zu sagen pflegt, gütigen Natur als Geschenk fertig in die Wiege gelegt bekäme wie das Hühnchen, und doch zugleich befähigt wäre, später mit denselben Händen die mannigfachen Kunstfertigkeiten zu erlernen, die er sich im Leben anzueignen pflegt? Unsere Untersuchung wird jedoch zeigen, dass die Hilfsmittel, mit denen unser Nervensystem arbeitet, keine andere Möglichkeit zulassen, als dass unsere Bildungsfähigkeit bezahlt wird mit der Mühe des Bildens, das heisst des Übens

und Lernens, und wenn wir im Laufe unserer Untersuchung eine Einsicht in das Wesen der Übung erlangt haben werden, wird sich daraus das Verständnis für dieses Verhältnis von selbst ergeben.

In welchem Sinne diese Einsicht in das Wesen von Übung und Gedächtnis hier gesucht werden soll, darüber seien einige Bemerkungen vorausgeschickt. Die beiden Fähigkeiten, die wir betrachten wollen, werden allgemein als vorwiegend geistige oder seelische Funktionen angesehen und ihre Erforschung wird dementsprechend in das Gebiet der Wissenschaft von der Seele, der Psychologie, verwiesen. Von so verschiedenen Standpunkten nun überhaupt Psychologie getrieben werden kann, so verschieden könnte der Standpunkt sein, von dem an unsere Aufgabe heranzutreten wäre. Deswegen ist es wohl vorteilhaft, den Leser von vornherein darüber aufzuklären, dass der Verfasser zur Behandlung des gewählten kleinen Kapitels aus dem Grenzgebiet des Nerven- und Seelenlebens sich ausschliesslich deswegen hingezogen gefühlt hat, weil eine Reihe neuerer Erkenntnisse der Gehirnanatomie und Physiologie vorliegen, die für das Verständnis der Vorgänge bei der Übung vom rein physiologischen Standpunkte aus von allergrösster Bedeutung sind, aber von den Fachpsychologen vielfach sehr wenig gewürdigt werden. Mit Hilfe dieser Kenntnisse über den Bau und die Arbeitsweise des Gehirns soll nun versucht werden, ein möglichst weitgehendes Verständnis von dem Wesen der Übung ausschliesslich vom physiologischen Gesichtspunkt zu gewinnen. Selbstverständlich müssen physiologische Grundlagen auch für die Fähigkeit des Gedächtnisses existieren, das heisst, auch dieses kann als Funktion unseres Nervensystems betrachtet werden, und es soll im Laufe dieser Studie zum ersten Male der Versuch einer rein physiologischen Erklärung auch des Gedächtnisses gewagt werden.

Physiologie des Bewegungsvorganges.

Unsere Betrachtung nimmt ihren Ausgang von dem Gegensatz des neugeborenen Hühnchens und Menschen. Wir sahen, dass das Hühnchen sofort nach dem Verlassen des Eies eine Reihe von Bewegungen und zwar so verwickelte und schwierige Bewegungsfunktionen wie das Umherlaufen und das Picken nach dem Futter ausführt, ohne sie je vor sich gesehen zu haben, während der Mensch zu keinerlei Ortsbewegung befähigt auf die Welt kommt.

Es ist nun durchaus kein Zufall, dass unsere Untersuchung mit der Betrachtung der Bewegungsfunktion beginnt. Äussert sich doch alles Nerven- und Geistesleben ausschliesslich in Bewegungen, angefangen von ganz einfachen Muskelzusammenziehungen, die irgend ein Glied in seiner Lage verändern, bis zu den allerverwickeltsten Funktionen der Sprache, Schrift und der mannigfachen Kunstfertigkeiten, die alle, rein physio-

logisch angesehen, nichts weiter sind als Bewegungen. Was wir üben, kann also am letzten Ende auch nichts anderes sein als Bewegungen; und mit der Physiologie des Bewegungsvorganges müssen wir uns deshalb zunächst befassen.

Wie mannigfaltig die Bewegungen sind, zu denen unser Organismus befähigt ist, erkennt man auf den ersten Blick, und es ist nicht nur die grosse Verschiedenheit ihrer Form, die z. B. bei der Sprache ihre symbolische Bedeutung ausmacht, die eine Einteilung der Bewegungen nötig macht, um sich auf dem grossen Gebiete zurechtzufinden, es ist auch die Art des Zustandekommens und des Ablaufs der Bewegungen eine sehr verschiedene nicht nur im grossen Bereiche der ganzen belebten Welt, sondern auch bei ein- und demselben Lebewesen, auch beim Menschen. Anhaltspunkte für eine Einteilung müssen natürlich in der Art des physiologischen Ablaufs gesucht werden, und solche sind hier zweifellos leicht zu finden. Für unsere Betrachtung wird es sich empfehlen, wenn wir zu unserem Ausgangspunkte zurückkehren und die Bewegungen von dem Gesichtspunkt einzuteilen versuchen, welche Bedeutung für ihr Zustandekommen die Übung hat. Wenn wir nun gesehen haben, dass in dem einen Falle Bewegungen ausgeführt werden, die gar nicht geübt sein können, im anderen Falle langdauernde Übung und mühsames Erlernen nötig ist, um der Form nach dieselbe Bewegung zustande kommen zu lassen, so werden wir gewiss berechtigt sein, die Bewegungen zunächst, ohne auf ihre äussere Form Rücksicht zu nehmen, einzuteilen in erlernte und nicht erlernte, in durch Übung erworbene und in solche, die auf andere Weise zustande kommen.

Auf welche andere Weise aber die ohne Übung vor sich gehenden Bewegungen erworben sind, kann nicht zweifelhaft sein. Da sie das Geschöpf mit auf die Welt bringt, genau wie es seine Organisation, seinen Bau und die Struktur seiner Organe mit zur Welt bringt, und es ja keinem Zweifel unterliegt, dass es seine Organisation durch Vererbung erlangt hat, so werden wir auch keinen Augenblick zweifeln können, dass es jene mit der Geburt fertigen Thätigkeiten ebenfalls ererbt hat, dass sie sich also im Laufe der Stammesgeschichte des betreffenden Geschöpfes genau ebenso entwickelt haben wie der Körperbau.

Wir werden also die Bewegungen einteilen können in ererbte und erlernte Bewegungen. An unsere Aufgabe aber, die Art und Weise der Erlernung einer Bewegung, also der Erwerbung durch Übung, genauer zu erforschen, können wir nicht herantreten, ohne uns zunächst eine Vorstellung davon zu bilden, welches der Mechanismus der angeborenen oder ererbten Bewegung ist. Um aber auch dem Leser, der von der Funktionsweise des Körpers noch keinerlei nähere Kenntnis besitzt, das Verständnis aller weiteren Ausführungen zu ermöglichen, sei

noch das Wichtigste über die Physiologie des Bewegungsvorganges im allgemeinen vorausgeschickt.

Die Organe der Bewegung sind die Muskeln, in der Laiensprache das Fleisch genannt. Das sind mehr oder weniger dicke und in den verschiedensten Formen angeordnete Stränge, die die Fähigkeit haben, sich zusammenzuziehen. Bei seiner Funktion, also bei der Zusammenziehung, bringt der Muskel, indem er sich verdickt und verkürzt, die beiden Punkte, an denen er befestigt ist, einander näher oder versucht es wenigstens, wenn ein Widerstand ihn daran hindert. Ein einzelner Muskel kann also selbstverständlich nur immer dieselbe Bewegung zustande bringen. Ist er z. B. zwischen einem Punkte an der Vorderfläche des Oberarmknochens und einem solchen des Unterarms ausgespannt, so wird er stets eine Armbeugung bewirken. Soll damit gleichzeitig etwa irgend eine Drehung verbunden werden, so wird ein zweiter Muskel mitwirken müssen. Thatsächlich wird von unseren Bewegungen kaum eine von einem einzigen Muskel ausgeführt, vielmehr arbeiten stets eine grössere Anzahl Muskeln gleichzeitig und nacheinander, um die Bewegungen zu erzielen. Ausserordentlich kunstvoll sogar ist dieses Zusammenarbeiten bei der Mehrzahl unserer Fertigkeiten und gar erstaunen müssen wir angesichts der Leistungen dieses Zusammenarbeitens, wenn wir uns klar machen, dass die kleinen Muskelchen, die die Form unseres Mundes verändern, uns die Möglichkeit geben, einander unser Innenleben mitzuteilen, indem sie die Sprache vermitteln.

Selbstverständlich vermitteln sie nur, und sind nicht die eigentlichen Träger dieser allerverwickeltesten Bewegung. Ist es doch nicht die Funktion des einzelnen Muskels, die die Leistung und ihre Bedeutung hervorbringt, sondern es ist das Zusammenwirken vieler einzelner Muskeln, und der eigentliche Träger der Funktion ist natürlich nicht die Schar der Arbeiter, deren jeder an seinem Platze steht, wie hier der einzelne Muskel, sondern der, der ihre Thätigkeit bestimmt, ihr Ineinanderarbeiten regelt, und das ist unser Nervensystem, also Gehirn, Rückenmark und Nerven.

Der Muskel bedarf zu jeder Leistung der Anregung, er funktioniert nur auf den Anstoss vom Nervensystem her, er befindet sich also in grösster Abhängigkeit vom Nervensystem, und das spricht sich in seiner Struktur darin aus, dass jede Muskelfaser in Zusammenhang steht mit den feinsten, letzten Endigungen eines Nerven, der vom Rückenmark oder Gehirn herkommt, und dem Muskel die Reize zuträgt, auf die er mit der Zusammenziehung antwortet.

Ist der Muskel der blinde Ausführer der Befehle des Centralorgans, so ist der Nervenstrang weiter nichts als der Weg für die Botschaft, und seine Funktion ist um nichts weniger selbständig. Ein Nerv ist ein Strang von einer Unzahl ganz feiner Fäden, deren jeder zu einer

Muskelfaser geht, der er die Reize zuträgt. Es sind aber nicht etwa irgend welche symbolischen Zeichen, die der Nerv leitet, sondern es ist immer derselbe, in seinem Wesen uns freilich noch ganz unbekannte Vorgang, der sich in ihm vollzieht, und der auf den Muskel als Reiz zur Zusammenziehung wirkt. Verschiedenheiten dieses Vorganges sind nur in der Stärke, Dauer und Abstufung vorhanden.

Muskel und Nerv sind also gleich unselbstständig, und wir müssen den Nervenstrang weiter verfolgen, um zu der eigentlichen Leitungsstätte der Arbeit zu gelangen, die wir suchen. Der Nerv nimmt seinen Ursprung im Gehirn oder Rückenmark, und zwar ist jede einzelne feine Faser der Ausläufer einer sogenannten Nervenzelle. Das ist ein kleines Klümpchen von lebendiger Substanz, kleiner als das feinste Sandkorn, aber mit einer Faser verbunden, die fast einen Meter lang sein kann. Die Zelle mit der Faser bilden eine Einheit, man kann sie zusammen ein nervöses Element nennen.

Aus dem Zusammenhang jeder Zelle mit je einer Faser ergibt sich, dass der Erregungsvorgang oder der Reiz in der Zelle seinen Ursprung hat, um durch die Faser dem Muskel übermittelt zu werden. Was aber in der Zelle selbst bei der Entstehung der Erregung vorgeht, das ist für unsere weitere Betrachtung das wichtigste. Wir wissen, dass im Centralnervensystem Kräfte zur Auslösung kommen, die dort entstehen müssen, denn was von aussen her durch die Sinnesorgane vermittelst der weiterhin zu schildernden Einrichtungen dem Organ an Kraft zugeführt wird, ist im Vergleich zu den Entladungen des Nervensystems ausserordentlich gering, und da wir allen Grund haben, die Nerven im wesentlichen nur als Leiter anzusprechen, so können wir die Funktion, Kraft zu erzeugen, nur in die Zellen verlegen. Das ganze Gehirn und Rückenmark enthält an funktionswichtigen Formbestandteilen nur Zellen und Fasern.

Keinem Zweifel unterliegt es, dass die Energie, die die Zellen produzieren und aufspeichern, durch chemische Spaltungen gewonnen wird aus Teilen unserer Nahrung, die der Blutstrom dem Organ zuführt. Die Nahrung enthält chemisch gebundene Energie, zu deren Umsetzung die Nervenzellen ganz besonders befähigt gedacht werden müssen. In ihnen wird die Energie als hohe Spannung aufgespeichert, um sich auf den Reiz hin als Nervenstrom oder nervöse Erregung in den Nerven hinein zu entladen.

Auch die Nervenzellen bedürfen nämlich zu ihrer Entladung eines Anstosses von aussen, eines Reizes, und die Reizzuträger sind ebenfalls nichts anderes als Nervenfasern, die an die Zellen in ähnlicher Weise wie an die Muskeln herantreten. Selbstverständlich sind solche Fasern, welche an die Zellen gehen, die wir zuerst kennen lernten, die Ausläufer anderer Nervenzellen, und zwar bei einfachst gedachten Verhältnissen

Ausläufer solcher Zellen, die dem Gehirn oder Rückenmark von aussen her die Eindrücke oder Reize zuführen. Die Reize der Aussenwelt wirken ein auf unsere Sinnesorgane, die Haut, das Auge u. s. w., hier werden sie übertragen auf feine Nervenfasern, die sich ebenfalls zu Strängen vereinigen, und die den Reiz, in nervöse Erregung umgesetzt, nach dem Centralnervensystem überbringen.

Auch die Funktion dieser Nerven stelle man sich möglichst einheitlich vor, es ist immer dieselbe, nur an Dauer und Stärke verschiedene Erregung, die der Bewegungsnerv aus dem Gehirn zum Muskel, der Sinnesnerv aus dem Sinnesorgan ins Gehirn trägt. Wenigstens spricht keine einzige physiologische Beobachtung dafür, dass der Nerv zu verschieden gearteten Erregungsweisen befähigt sei. Wie trotz dieser einheitlichen Funktion des Nerven im Centralorgan aus den Reizen die mannigfachsten Folgezustände gebildet werden können, darüber werden wir im Laufe unserer Untersuchung weitere Aufschlüsse geben können.

Vorläufig betrachten wir die allereinfachsten Verhältnisse und nehmen an, dass die Faser, welche durch den äusseren Sinnesreiz, also z. B. eine Hautberührung erregt worden ist, diese Erregung überträgt auf eine oder mehrere jener Nervenzellen, welche ihre Erregung durch ihren Nerven zum Muskel senden. Solche einfachen Verhältnisse kommen im Tierreich thatsächlich vor, und dann haben wir in den geschilderten Einrichtungen bereits einen Mechanismus vor uns, der geeignet ist, als Träger von Bewegungsfunktionen zu dienen. Irgend ein Gegenstand berührt die Haut des Tieres, dieser Reiz löst durch das Sinnesorgan die Erregung im Sinnesnerven aus, dieser überträgt die Erregung auf die Nervenzelle, die bei der Entladung durch ihren Nerven den Muskel reizt, und das Tier macht eine Bewegung. Man nennt eine solche Beantwortung eines Reizes mit einer direkt dadurch ausgelösten Bewegung einen einfachen Reflex. Seine anatomische Grundlage kennen wir nun, und können uns jetzt der Betrachtung andrer verwickelterer ererbter Bewegungsformen zuwenden.

Die ererbten Bewegungen.

So gross der Abstand ist vom einfachsten Reflex, etwa der Zuckung eines Hautmuskels bei einem Insektenstich, bis zu den im Eingang erwähnten Thätigkeiten des neugeborenen Hühnchens, so mannigfaltig sind die ererbten Bewegungen, die wir im Bereich der Lebewelt treffen. Aber eine gewisse Berechtigung alle solche Bewegungen, Thätigkeiten und Handlungen zusammenzufassen, wenn sie sich auch der Form nach nicht im geringsten ähneln, wird wohl für unseren Gesichtspunkt kaum bestritten werden können, denn dass alles, was nicht im Leben des einzelnen Geschöpfes erlernt oder erworben wird, angeboren sein muss, kann

ja keinem Zweifel unterliegen. Was wir dagegen für unsere erlernten Thätigkeiten erben, ist nur die Fähigkeit, sie zu erlernen, niemals erben wir von unseren Vorfahren die Früchte ihrer Übung und Erfahrung, nicht die Sprache die sie alle erlernt haben, sondern nur die Fähigkeit sprechen zu lernen, nicht einmal das Gehen und andre zum Leben unbedingt notwendige Fertigkeiten.

Dagegen bringen auch wir die Fähigkeit, an der Mutterbrust zu saugen fix und fertig mit zur Welt, und das nicht etwa deshalb, weil diese Thätigkeit besonders einfach wäre. Im Gegenteil, das Saugen ist eine rechte Kunst, und der Säugling stellt sich dazu bei weitem geschickter an als ein Erwachsener, dem gewöhnlich bei den ersten Versuchen irgend einer ähnlichen Thätigkeit die Luft ausgeht. Weshalb versteht nun der Säugling das schwierige Geschäft des Saugens so vorzüglich? Ich glaube doch nicht, dass jemand auf den Gedanken kommen wird, die Vorfahren des Kindes hätten das Saugen erst einmal gut gelernt, und dann diese gut eingeübte und zur Gewohnheit gewordene Thätigkeit sei dann fertig auf uns vererbt worden. Die Vorfahren haben natürlich alle so wenig Gelegenheit gehabt, das Saugen zu lernen wie wir, denn sie mussten alle sofort nach der Geburt das Saugen anfangen, und deshalb blieb in diesem Falle der Natur nichts anderes übrig als eine Funktionsweise für diese Thätigkeit bestehen zu lassen, die, wie wir gleich vorweg nehmen können, für sein weiteres Leben nur noch geringe Bedeutung hat, weil sie von der leistungsfähigeren Arbeitsweise des Übens verdrängt worden ist.

Dass das Saugen nicht durch Vererbung einer Übung der Vorfahren entstanden gedacht werden kann, muss, so selbstverständlich es erscheinen mag, deshalb so betont werden, weil thatsächlich die oben angedeutete Entstehungsart von verwickelteren ererbten Thätigkeiten behauptet wird. Man nennt solche angeborenen Funktionen, wenn sie aus einer Reihe von Einzelbewegungen bestehen, Instinkthandlungen, und in mancher Abhandlung über den Instinkt wird man die Behauptung vorfinden, die Instinkthandlungen seien erblich gewordene Gewohnheiten der Vorfahren. Wir wollen hier nicht polemisieren, aber die Klarstellung dieser Verhältnisse ist für die Lösung unserer Aufgabe unbedingt nötig. Wenn thatsächlich in den Instinkthandlungen etwas von Übungsgewinn vorliegen sollte, wäre ja schon unsere Einteilung der Bewegungen verfehlt.

Dass das Saugen auf solche Weise nicht erworben sein kann, wird wohl keines Beweises mehr bedürfen, aber wenn wir den Nestbau der Tiere und, um ein allgemein beliebtes Beispiel anzuführen, speziell den kunstvollen Wabenbau der Honigbiene betrachten, so werden wir vielleicht anderer Meinung werden. Gelernt werden diese Thätigkeiten bekanntlich nicht, der Vogel, der noch nie ein Nest vor sich gesehen hat,

bringt beim ersten Versuch eine durchaus taugliche Leistung zustande, ein Kunststück, das der Mensch sicherlich erst nach einem Dutzend fehlgeschlagener Versuche fertig brächte, das er aber vor allem niemals versuchen würde, wenn er es nicht vorher vor sich gesehen hätte.

Also ererbt muss die Thätigkeit unbedingt sein, aber es wäre natürlich denkbar, dass die Vorfahren sie erlernt, geübt und dann diese gewohnheitsmässig getriebene Thätigkeit fertig auf die Nachkommen vererbt hätten. Die Organisation dieser Tiere wäre dann in diesem Punkte der menschlichen überlegen, denn wir erben solche Künste niemals fertig von unseren Vorfahren. Aber da wir so wie so eine verschiedene Entstehung der ererbten und erlernten Thätigkeiten annehmen müssen, wäre ja ein Gegensatz auch in Richtung der gedachten Möglichkeit denkbar.

Dass es aber nicht so sein kann, geht aus dem ganzen Wesen der Übung hervor, das beweisen aber ausserdem gerade die Bienen und Ameisen, und wer deren Instinktthätigkeiten sich durchaus nicht ohne Übung, wenn schon ohne eigne, so doch nicht ohne solche der Vorfahren entstanden denken kann, der hat sich für seine Behauptung gerade das unglücklichste Beispiel ausgesucht. Bekanntlich ist der Bienenschwarm durch eine gewisse Arbeitsteilung ausgezeichnet, und dieses Prinzip ist besonders durchgeführt bei der Vermehrungsthätigkeit. Die sogenannte Königin ist weiter nichts als Eierlegerin, und sie wird von Drohnen befruchtet, die ebenfalls keine weitere Thätigkeit ausüben, als für den Nachwuchs zu sorgen. Alle die bewunderten Thätigkeiten des Schwarmes, der Nestbau, die Brutpflege, das Sammeln von Nahrung für den Winter, werden von den Arbeitsbienen ausgeführt, die sich niemals fortpflanzen, also auch nicht in der Lage sind und auch nie waren, irgend welche Kunstücke, die sie etwa durch Übung erwerben würden, auf Nachkommen zu übertragen.

Die Entstehung der Bieneninstinkte durch Vererbung von erlernten Thätigkeiten und Gewohnheiten ist demnach ebenfalls gänzlich ausgeschlossen, und wenn wir gerade für diesen Fall, wo es sich doch gewiss um wunderbar kunstvolle Thätigkeiten handelt, uns nach einer anderen Erklärung umsehen müssen, so wird es uns doch nicht einfallen, für eine grosse Anzahl anderer, zumeist viel weniger verwickelter Thätigkeiten, die oben angedeutete Entstehungsart anzunehmen, die sich dazu bei einigem Nachdenken als nicht leichter verständlich erweist, als die naheliegende Erklärung, dass die Instinkte sich entwickelt haben, genau wie der Bau des Tieres, und zwar in engster Abhängigkeit und zusammen mit der Organisation und Struktur. Alle Thätigkeiten, die ein Wesen mit zur Welt bringt, können nichts anderes sein, als Funktionen, auf die die Organe, also vor allem das Nervensystem, gerade eingerichtet sind und die sich mit den Organen in der Stammesgeschichte

ausgebildet haben. Wollte man eine Vererbung von Gewohnheiten annehmen, so müsste man behaupten, dass das Tier nicht nur seine Organisation, die es selbst mit zur Welt gebracht, vererbt, sondern es müsste noch imstande sein, die Veränderungen auf seine Nachkommen zu übertragen, die bei der Erlernung und Übung von Thätigkeiten in seinen Organen vor sich gegangen sind. Das aber widerspräche allem, was wir von den Vererbungsetzen wissen, die Schwierigkeit ist also mit jener Annahme noch vergrössert.

Dagegen ist es mit den Vererbungsgesetzen durchaus vereinbar, die Instinkthandlungen als durch die Organisation des Tieres gegebene und gleichzeitig gebildete Funktion anzusehen. Halten wir uns nur vor Augen, dass wir uns die verwickelte Organisation der höheren Tiere, d. h. der mit mannigfachen Organen und weitgehender Arbeitsteilung ausgestatteten, ungeheuer langsam entstanden denken müssen, so liegt gar keine Schwierigkeit darin, die ererbten Handlungen damit in Zusammenhang zu bringen, wenn wir nur annehmen, dass keine dieser Thätigkeiten so entstanden ist, wie wir sie jetzt fertig vor uns sehen, sondern dass sie aus einfacheren Bewegungen allmählich sich entwickelt haben, genau so wie die kompliziert gebauten Tiere und Organe entstanden sein müssen aus einfacheren Formen.

Für die Instinkte der Ameisen und Bienen ist erst vor kurzem der Nachweis geführt worden, wie sie sich aus ganz eindeutigen Anfängen, die sich bei verwandten Arten noch erhalten haben, ganz allmählich zu ihrer jetzigen schwer erklärbaren Form umgebildet haben. Für den denkenden Betrachter liegt hierin kein anderes Problem, als in der Frage nach der Entstehung des Körperbaues selbst. Ist doch die Thätigkeit nur die Funktion der Organe, also der Ausfluss der Struktur und ganz dieselben Einflüsse, deren Macht im Laufe der Schöpfungsgeschichte die Struktur hervorgebracht hat, haben auch die Funktion entstehen lassen. Auch die Instinkte und Reflexe zeigen geringe Abweichungen, wie die Strukturen, diese Variationen müssen in vielleicht noch höherem Masse der Sichtung der natürlichen Zuchtwahl unterliegen, auch auf sie hat das Naturgesetz von dem durchschnittlichen Überleben des Tauglichsten eingewirkt, und so sind im Laufe der unübersehbaren Zeiten, seitdem sich der Vorgang des Lebens auf unserer Erde vollzieht, die verwickelten Funktionen entstanden, die wir ohne den Blick nach rückwärts zu ihrer Entstehung freilich gar nicht mehr zu verstehen in der Lage sind.

Wir Menschen haben nur eine so grosse Neigung, dieselben Motive, welche wir in uns selbst wirksam finden, auch den Handlungen anderer unterzulegen, dass der psychologisch ungebildete diese Neigung sogar bei der Erklärung der Thätigkeiten der Tiere nicht abzulegen imstande ist. Daher werden oft genug die Instinkthandlungen nicht nur mit den

allgemeinen Gewohnheiten des Menschen gleichgestellt, sondern es werden sogar mit Vorliebe gerade die verwickeltsten menschlichen Handlungen, die Wahlhandlungen, zum Vergleich herangezogen, die gar nicht die einzigen sind, die der Mensch übt. Es sei daher versucht, das Verständnis für die Möglichkeit der verschiedenen Entstehung von Thätigkeiten durch Beispiele von ererbten Thätigkeiten des Menschen selbst zu erleichtern.

Ein solches Beispiel, das Saugen an der Mutterbrust, ist schon erwähnt. Mit welchen Motiven und Empfindungen wir dieses Geschäft ausgeübt haben, ist uns entweder nicht zum Bewusstsein gekommen, oder wir haben es vergessen. Im späteren Leben haben nun freilich die reinen Instinkthandlungen beim Menschen keine grosse Bedeutung, aber wenigstens auf einem Gebiete mussten sie sich in ziemlicher Reinheit erhalten, nämlich auf dem des Geschlechtslebens. Bei der Vermehrungsfunktion werden recht zusammengesetzte Handlungen ausgeübt, die nicht erlernt werden, die sich vielmehr mit den Geschlechtsorganen zusammen und gleichzeitig als ihre Funktion entwickelt haben, und die nur durch Vererbung auf uns gekommen sind.

Man denke sich nur die viel bewunderten Instinkthandlungen der Tiere, von denen kaum eine zusammengesetzter sein wird, als die Geschlechtsthätigkeit, sich in ähnlicher Weise abwickeln, und man wird viel eher eine richtige Vorstellung von den Vorgängen im Nervensystem dabei haben, als wenn man die Arbeit mit unseren sogenannten willkürlichen Handlungen vergleicht, und sich nicht von der Vorstellung losmachen kann, das Tier arbeite auf den Effekt der Handlung hin, wie wir bei den erlernten Thätigkeiten.

Wir werden den Gegegensatz in den folgenden Abschnitten noch öfter betonen und weiter vertiefen. Aber bevor wir uns zur Betrachtung der erlernten Bewegungen wenden, müssen wir uns noch eine Vorstellung zu bilden versuchen, welches die anatomischen Grundlagen sein könnten für das Zustandekommen verwickelterer Bewegungsformen als der einfache Reflex, für den wir diese Aufgabe bereits gelöst haben.

Wir haben gesehen, welche einfachsten anatomischen Grundlagen ausreichen können, um eine Bewegung überhaupt zustande kommen zu lassen. Nun sei aber gleich bemerkt, dass so wenig ausgebreitete nervöse Prozesse, wie wir sie für unser Beispiel angenommen haben, kaum vorkommen können. Auch der kleinste Muskel besteht aus einer Anzahl von Bündeln und wird im Rückenmark nicht durch eine Zelle vertreten, sondern es sind die Nervenfortsätze einer mehr oder weniger grossen Anzahl von Zellen, die ihm die Reize zutragen. Noch viel weniger dürfte aber eine Sinnesreizung vorkommen, bei der nur eine einzige Nervenfaser erregt wird, jeder Eindruck trifft in jedem Sinnesorgan eine mehr oder weniger grosse Anzahl von Einzelementen, und höchstens bei Laboratoriumsversuchen sind wir imstande oder versuchen es wenig-

stens, so eng umgrenzte Sinnesreize anzuwenden, dass die Erregung möglicherweise nur in einer Faser geleitet wird.

Aber im Zentralorgan sind selbst in diesem Falle die Verhältnisse schon viel verwickelter, als wir zuerst angenommen haben, denn jede Faser eines Sinnesnerven teilt sich dort in verschiedene Äste, und jeder Teil begiebt sich wahrscheinlich mit seinen Endigungen zu einer grösseren Anzahl von jenen Zellen, die die Muskeln mit Reizen versorgen.

Und auch dieser Mechanismus könnte nur für allereinfachste Bewegungen, die sich auf einen einzigen Muskel beschränken, z. B. für den Lidschluss bei Berührung des Augapfels, ausreichen. Für jede zusammengesetztere Bewegung müssen die Erregungen der Fasern, die dem Gehirn die Reize aus dem Sinnesorganen zutragen, viel weiter ausstrahlen, und thatsächlich verzweigen sich diese Fasern ausserordentlich reichlich und mannigfaltig. Zudem sind ja auch alle Empfindungen geradezu unübersehbar zusammgesetzt, indem eine grosse Anzahl zuleitender Fasern gleichzeitig in Funktion treten, auch wenn ein äusserer Reiz nur auf ein Sinnesorgan einwirkt. Die einzelnen Sinneseindrücke sind hierbei vor allem darin unterschieden, dass jeder Reiz besondere Sinneselemente trifft, die ihre Erregung verschiedenen Fasern übermitteln. Die grosse Mannigfaltigfaltigkeit der Reize kann nur dadurch unterscheidbare Erregungen geben, dass die Fasern zwar stets gleichzeitig in grösserer Anzahl, aber in den verschiedensten Gruppierungen erregt werden. Durch die Schattierungen der Reizstärke steigt die Anzahl der Möglichkeiten, die hiermit gegeben sind, geradezu ins Unendliche.

Denken wir uns nun eine Reihe von Fasern ihre Erregung auf eine grössere Anzahl von jenen Zellen verteilend, die mit der Reizversorgung verschiedener Muskeln betraut sind, so erhalten wir etwa einen Begriff davon, wie zusammengesetztere Bewegungen durch gewisse Reize ausgelöst werden, wie ganze Muskelgruppen gleichzeitig in Aktion treten können, die zusammen keine einfache Zuckung, wie der Schliessmuskel des Auges, sondern eine geordnete Bewegung vollführen, z. B. eine Beugung oder Streckung des ganzen Körpers, die wir als Näherungs- oder Fluchtbewegung im Tierreich allgemein antreffen.

Der Ablauf einer grösseren Anzahl von ineinander arbeitenden Einzelbewegungen, die zusammen eine zweckmässige Thätigkeit ergeben, verangt zu seiner Erklärung aber noch die Annahme weiterer Einrichtungen. Das Centralnervensystem besteht in seiner Hauptmasse durchaus nicht aus den einleitenden Fasern und den Nervenzellen mit ihren Fasern, die die Erregungen hinausgeben zu den Muskeln, vielmehr stellen diese Elemente, je höher wir in der Tierreihe hinaufsteigen, einen um so geringeren Bruchteil der Gehirnsubstanz dar, und beim Menschen mögen diese direkt mit den Aussenorganen in Verbindung stehenden Elemente alle zusammen noch nicht den hundertsten Teil des ganzen Centralnerven-

systems ausmachen. Die ganze übrige Masse hat mit der direkten Aufnahme und Abgabe der Erregungen nichts zu thun, sie besteht zwar auch nur aus Nervenzellen mit Faserausläufern, diese Nervenfasern gehen aber nicht in die ein- und auslaufenden Nervenstränge ein, sondern bleiben im Zentralorgan, sie sind zwischen die bisher betrachteten Elemente zwischengeschaltet und dienen, wie man kurz sagen kann, der Umschaltung der Erregungen.

Im einzelnen sind die Verhältnisse bei dieser Bauart unseres Gehirns natürlich ganz unübersehbar. Die Erregungen werden von den Sinnesnerven niemals direkt auf die Bewegungszellen übertragen, sondern zunächst auf Schaltzellen, deren Nervenfortsatz sie dann, gewöhnlich erst nach weiteren Umschaltungen, schliesslich auf die zuerst von uns kennen gelernten Zellen überträgt, deren Nervenfortsatz in den Bewegungsnerv eingeht und den Reiz den Muskeln überbringt. Den Verlauf irgend einer einzelnen Erregung auf allen ihren Wegen genau zu verfolgen, ist bei dieser Sachlage nicht nur für unser heutiges Können, sondern wahrscheinlich für alle Zeiten unmöglich, und wir müssen uns damit begnügen, wenn wir uns im grossen und ganzen eine Vorstellung bilden können, welches etwa die Wege sein könnten, welche eine Erregung geht, um nach mannigfachen Umschaltungen sich nach aussen hin als Bewegung zu entladen.

Jede reizzuleitende Faser zerfällt im Zentralorgan in eine grössere Anzahl von Teilästen, von denen bei einfachen Verhältnissen einer direkt zur Bewegungszelle geht um die einfachen Reflexe zu vermitteln. Die anderen Äste begeben sich aber zu Zellen, welche mit ihrer Erregung einen Nervenfortsatz laden, der sich nicht nach aussen begiebt, sondern im Centralorgan bleibt und schliesslich, aber meist erst nach weiteren Umschaltungen in anderen zwischengeschobenen Elementen, auf die Bewegungszellen einwirkt. Selbstverständlich treten an jede Bewegungszelle die Endausläufer verschiedener Nervenfasern heran, dasselbe die Bewegung direkt veranlassende Element kann also von verschiedenen Seiten aus erregt und zur Entladung gebracht werden..

Eine Hauptfunktion der Umschaltstationen besteht nun darin, die von den verschiedenen Sinnesorganen herkommenden mannigfachen Erregungen in der Weise umzuformen, dass sie, auf die Bewegungszellen übertragen, passend zusammengestellte Muskelzusammenziehungen ergeben, um auf den Reiz mit einer zweckmässigen Bewegung zu anworten. Ohne die Zwischenschaltung von verschiedenen, an der direkten Zu- und Ableitung der Reize unbeteiligten Nervenelementen wäre dafür ja keine Möglichkeit gegeben, die Bewegungszellen könnten nicht in so mannigfaltiger Zusammenstellung und von so verschiedenen Seiten aus zur Thätigkeit gebracht werden, wie es thatsächlich geschieht. Besonders zu beachten und gar nicht genug zu betonen ist das Verhältnis, dass

in den Zwischenstationen stets eine grössere Anzahl von Einzelelementen zur Verfügung steht und an der Arbeit Teil nimmt als in den Anfangs- und Endstationen, so dass jede Bewegungszelle von verschiedenen Elementen der Schaltstationen Erregungen empfangen kann. Denken wir uns z. B. in der letzten Schaltstation 2 Zellen, die beide ihre Erregung durch ihren Nervenfortsatz auf dieselbe Bewegungszelle übertragen, die selbst aber ihre Erregung, die eine vom Gesichtssinn, die andere vom Hautsinn erhalten, so können wir verstehen, wie derselbe Muskel für verschiedene Bewegungskombinationen, die von verschiedenen Reizen ausgelöst werden, verwendet werden kann.

Mit diesen freilich recht summarischen anatomischen Kenntnissen müssen wir uns begnügen, und wollen, damit ausgestattet, an die Betrachtung der erlernten Bewegungen gehen.

Die erlernten Bewegungen.

Sehen wir zunächst einmal davon ab, dass wir uns erinnern, mit welcher Anstrengung und Mühe wir unsere erlernten Thätigkeiten, auch die notwendigsten wie das Aufrechtstehen, Gehen u. s. w. uns angeeignet haben, und betrachten wir die fertigen Funktionen, wie wir sie fortwährend ausüben, so zeigt sich ein durchgreifender Gegensatz den ererbten Bewegungen gegenüber, auch dann, wenn wir den rein subjektiven Standpunkt einnehmen. Gehen wir nur unserem Innenleben nach und versuchen uns klar zu machen, welcher Inhalt unserem Bewusstsein beim Ablauf einer erlernten Bewegung gegeben ist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass für unser Bewusstsein die ganze Bewegung nichts ist und das Ziel alles, dass wir von den einzelnen Vorgängen bei der Bewegung, von dem Zusammenwirken unserer Muskeln, aber auch von der Tätigkeit unseres Gehirns nicht das geringste wissen, dass uns vielmehr nichts weiter gegeben ist als der Effekt der Arbeit, die schliessliche Leistung. Wenn wir eine Bewegung machen wollen, d. h. wenn sich in uns ein Motiv geltend macht, das zu irgend einer Handlung veranlasst, so ist der Trieb zu handeln, der uns dabei in Bewegung setzt, ausschliesslich gerichtet auf den Zweck der Bewegung, auf ihr Resultat, nicht im geringsten auf die Bewegung selbst.

Man vergleiche, um den Gegensatz deutlich vor Augen zu haben, damit die Thätigkeit bei der Geschlechtsfunktion, einer ererbten Handlung, die wir mit vollem Bewusstsein ausführen. Nicht im geringsten ist hier der Zweck der Handlung das, was dem Bewusstsein als erstebt vorschwebt, der Trieb richtet sich in diesem Falle gar nicht auf den Endzweck, der ist vielmehr oft genug gar nicht das erwünschte Resultat der Thätigkeit. Auf die Thätigkeit selbst richtet sich hier der Trieb.

Nicht anders kann es bei den Instinktbewegungen der Tiere sein. Wir können annehmen, dass das neugeborene Hühnchen, das nach einem

Korn pickt, gar nichts weiss von dem Effekt der Handlung. Von der Fähigkeit des Korns, es zu ernähren, kann es ja auch gar nicht wissen. Ebenso wenig wissen die Bienen, was sie thun, wenn sie ihre Waben bauen. Pickt doch das Hühnchen durchaus nicht nur nach den Körnern oder anderen Dingen, die wircklich zur Nahrung taugen, sondern es pickt einfach nach jeder Unterbrechung einer gleichmässig beleuchteten Fläche. Der Gesichtseindruck der Unterbrechung einer Fläche durch einen leuchtenden kleinen Fleck ruft einfach die Pickbewegung hervor.

Ebensowenig schwebt dem Vogel das fertige Nest vor, wenn er sich daran macht es zu bauen, noch weniger der Raupe ihre fertige Hülle, wenn sie sich verpupt. Man hat Raupen aus ihrem eben angefangenen Gewebe herausgenommen und in ein fast fertiges gesetzt, sie waren aber nicht imstande von dem ihnen gebotenen Vorteil rechten Gebrauch zu machen und setzten ihre Arbeit an der Stelle fort, wo sie darin unterbrochen worden waren.

Vielleicht sind diese Beispiele deshalb schwerer verständlich als des der Geschlechtsfunktion, weil der Trieb, der die Bewegung auslöst, in all diesen Fällen nicht so stark gedacht werden kann. Er braucht aber so stark nicht immer zu sein wie in jenem Falle, wo ihn der Naturzüchtungsprozess im Interresse der Erhaltung der Art möglichst stark werden lassen musste.

Auch ist die Auslösung der Bewegung nicht überall so klar, wie beim Geschlechtsakt, wo der Anblik des anderen Geschlechts, bei Tieren meist sein Geruch, die ganze Reihe der weiteren Vorgänge auslöst. Die Kraft, mit der die Bewegung zum Ablauf drängt, wenn der Reiz gegeben ist, und mit der etwaige Hindernisse überwunden werden, physiologisch also die Spannung in den betreffenden bewegenden Nervenelementen, kommt psychisch als Trieb zur Erscheinung.

Gar nicht anders werden die Instinkthandlungen der Tiere ausgelöst. Wenn wir eine Anzahl verschiedenster Tiere ihre Eier dorthin ablegen sehen, wo die daraus sich entwickelnden jungen Tiere gleich die passendste Nahrung finden, so leitet die Tiere nichts anderes als der Geruchseindruck, und dieser löst die ganze Handlung aus. Die Fliege riecht das Fleisch und legt ihre Eier, durch den Geruch veranlasst, dort ab. Dass sie es nicht in der Voraussicht thut, dass die Maden auf dem Fleisch die günstigsten Lebensbedingungen finden werden, ist doch wohl nicht erst zu beweisen. In all diesen Fällen ist das schliessliche Endresultat nicht das, worauf der Trieb oder der Wille gerichtet ist, sondern die Thätigkeit selbst wird durch äussere Reize, gelegentlich auch durch innere wie beim Nestbau ausgelöst und dann von Lustempfindungen usw. begleitet. Das alles kann für den Menschen nur durch den Hinweis auf das eine Beispiel der Geschlechtsthätigkeit deutlich gemacht werden.

Im grössten Gegensatz dazu steht der Bewusstseinsinhalt bei der erlernten Thätigkeit: Ausschliesslich der Endeffekt schwebt dem Bewusstsein vor und nur auf das Ziel ist der Trieb oder Wille gerichtet. Wir wollen gehen, um an eine andere Stelle zu kommen, sprechen, um unseren Mitmenschen Mitteilungen zu machen, die Bewegung des Gehens und Sprechens ist nur Mittel zum Zwecke, sie wird keinen Augenblick begehrt.

Im übrigen können wir die fertige erlernte Bewegung von dem Standpunkt, den wir eben eingenommen haben, betrachten, so viel wir wollen, wir werden für die Art ihres Zustandekommens nicht den geringsten weiteren Anhaltspunkt gewinnen. In unserem Bewusstsein ist eben weiter nichts als das Ziel, und grade an diesem Beispiel sehen wir, wie schnell unter Umständen diese Betrachtungsweise im Stiche lassen muss.

Vielleicht etwas weiter hilft uns schon die Selbstbeobachtung beim Erlernen von Bewegungen, also die Betrachtung der Thätigkeiten in ihrem Entstehen. Wir finden dann wenigstens das eine heraus, dass wir irgend eine schwierigere Fertigkeit, auch wenn uns ihr Ziel sehr genau vorschwebt, doch nicht gleich ausführen können, dass wir sie vielmehr erst nach mehr oder weniger zahlreichen fehlgeschlagenen Versuchen so zustande bringen, wie sie uns von vornherein vorgeschwebt hat, dass wir sie also „üben" müssen.

Psychisch ist die Übung mit einem gewissen Gefühl der Anstrengung, und so lange sie nicht zum Ziele oder dem Ziele näher führt, mit einem starken Unlustgefühl verbunden, das natürlich weiter nichts ausdrückt, als dass etwas der Erreichung eines Wunsches entgegensteht. Dabei glauben wir, dass es die Muskeln sind, die uns nicht gleich bei den ersten Versuchen in der erwünschten Weise gehorchen, aber auch das erschliessen wir wohl nur daraus, dass wir sehen, dass die Glieder nicht sofort und nicht schnell genug die Stellung einnehmen, die wir brauchen. Daraus erst schliesst wieder unser Bewusstsein zurück und sucht den Angriffspunkt der Übung in den Muskeln.

Dass die Muskeln thatsächlich nur die ausführenden Organe des Gehirns sind, wissen wir aus unseren einleitenden Betrachtungen über den Bewegungsvorgang, unser unmittelbares Bewusstsein weiss davon natürlich nicht das Geringste, es weiss eigentlich schon von einzelnen Muskeln nichts, aber von Vorgängen im Gehirn schon ganz und gar nichts. Ist es doch überhaupt noch gar nicht so lange her, dass die Menschen es herausbekommen haben, dass alle seelischen Funktionen das Gehirn zur Grundlage haben.

„In unserem Bewusstsein ist nichts von den Vorgängen im Gehirn", unser Bewusstsein kennt unmittelbar nur die Erfolge der Hirnvorgänge, die Bewegungen, und selbst diese nur indirekt,

indem sie durch die Sinnesorgane von aussen her als Erfahrungen gegeben werden, wie der sonstige Erfahrungsgewinn aus den Sinnen stammt. Bevor man sich über diese wichtige Thatsache klar geworden ist, ist es gänzlich aussichtslos, die wirklichen Vorgänge beim Ablauf der von uns zu betrachtenden Funktionen verstehen zu wollen, denn wer sich über die Möglichkeit von Hirnvorgängen, von denen überhaupt nichts zum Bewusstsein kommt, nicht genügend klar geworden ist, wird geneigt sein, für die wichtigen physiologischen Vorgänge, die wir beschreiben wollen, fortwährend in seinem Bewusstsein irgend welche Spuren und Bestätigungen zu suchen, die er nicht finden wird.

Die Zerlegung des Bewegungsvorganges in seine Bestandteile, die allein ein Licht auf das Zustandekommen der Funktion werfen kann, konnte bei dieser Sachlage natürlich nicht von der psychologischen Forschung in Angriff genommen werden, und nur Erfahrungen der Physiologie haben die ersten Anhaltspunkte geliefert für ein beginnendes Verständnis der Gehirnvorgänge beim Ablauf der erlernten Bewegungen. Für das Bewusstsein ist jede Bewegung ein durchaus einheitlicher Vorgang, dem Bewusstsein ist es ja eigentümlich, alles als Einheit zusammenzufassen, was zeitlich und räumlich zusammenfällt, mag es in Wirklichkeit noch so zusammengesetzt sein.

Die wichtigsten Aufschlüsse über die Funktionsweise des Nervensystems beim Ablauf von Bewegungen verdanken wir bisher dem Studium der Störungen seiner Thätigkeit, die wir entweder am Tier durch künstliche Eingriffe hervorrufen, oder die uns die Natur in Krankheitsfällen am Menschen selbst gewissermassen als Experimente darbietet. Es ist ein sehr häufiges Vorkommnis, dass durch die verschiedenartigsten Krankheitsprozesse, durch Blutungen, Geschwülste, Giftwirkungen und andres, einzelne Teile des Centralnervensystems zerstört oder geschädigt werden, und nichts hat bisher unsere Kenntnisse der Physiologie des Gehirns mehr gefördert, als das Studium der Wirkungen solcher Zerstörungen auf die Funktionen. Speziell auf dem hier zu betrachtenden Gebiete, wo das Tierexperiment fast ganz im Stiche lässt, wo mit der einfachen psychologischen Zergliederung der Erscheinungen aber vollends nichts zu erreichen ist, konnte uns nur die Deutung der Ausfallserscheinungen beim Wegfall gewisser Elemente des Organs Anhaltspunkte für ein Verständnis der Lebensäusserungen selbst liefern. Zum mindesten sind es solche Erfahrungen an Kranken gewesen, die immer den ersten Anstoss gegeben haben zur weiteren Erforschung durch andre Methoden. Sie haben erst die Aufmerksamkeit auf Verhältnisse und Abhängigkeiten gelenkt, die sonst den Forschern entgangen waren.

Ist es doch dem Anstoss durch solche Beobachtungen zu danken, dass wir überhaupt von der Existenz desjenigen Sinnes wissen, dessen Thätigkeit, wie wir sehen werden, das Zustandekommen der erlernten

Bewegungen allein ermöglicht, nämlich des Muskel- und Lagesinnes, dessen niemals unterbrochene Thätigkeit darin besteht, dem Gehirn von der Stellung unseres Körpers und von der jeweiligen Lage der Glieder fortwährend Nachricht zukommen zu lassen. Zum Bewusstsein kommt uns von der Thätigkeit dieses Sinnes, wenn wir nicht experimentell unsere Aufmerksamkeit darauf richten, niemals das geringste, und erst die Beobachtung, dass ebenso häufig Störungen der Bewegungsfunktionen auftreten, wenn Krankheitsprozesse die Nervenelemente schädigen, die nur Erregungen von aussen dem Centralorgan zuführen, wie bei Erkrankungen der direkt die Bewegung vermittelnden Nervenelemente, haben die Aufmerksamkeit der Forschung auf die Bedeutung der zuleitenden Systeme für die Bewegungsfunktion gelenkt. Und da der Charakter der Bewegungsstörungen jedesmal ein andrer ist, wenn der eine oder der andre Teil der Elementgruppen, die die Funktion vermitteln, geschädigt ist, so haben wir aus diesen Beobachtungen gleich weiter reichende Auskünfte über den normalen Ablauf der Bewegungsfunktion erhalten können.

Von grösster Bedeutung ist es nun, dass auf diesem Wege auch eine Zergliederung der verwickeltesten Bewegung, der Sprache, erreicht werden konnte, dass sich also diese Beobachtungen bis auf ein Gebiet erstrecken, das der experimentellen Forschung gänzlich unzugänglich ist, und das in die eigentliche Domäne der Psychologie hineinreicht. Wir werden sehen, dass es ganz dieselben Prinzipien sind, nach denen die einfacheren Bewegungen, wie das Greifen, und die verwickelteste Thätigkeit, das Sprechen und Schreiben, verlaufen.

Wir wollen die Grundlagen, auf denen die erlernten Bewegungen zustande kommen, an den wichtigsten Beispielen kennen zu lernen suchen.

Die Greifbewegung.

Die verhältnismässig primitivste der Zielbewegungen, auch die, die das Kind unter den ersten zu erlernen strebt, ist wohl das Greifen. Wir haben hier natürlich nicht die Ursachen für das Eintreten der Bewegung zu erforschen, also die Gefühle und Triebe, die sie veranlassen. Es genügt, darauf hinzuweisen, dass gleich bei den ersten Greifversuchen die Richtung des Strebens auf das Ziel, nicht auf die Bewegung, klar hervortritt. Beim lernenden Kinde ist es der Trieb, alles was nur einigermassen zum Saugen oder später zum Essen geeignet ist oder seiner Form nach scheinen kann, dem Munde zuzuführen, was die Greifbewegungen veranlasst. Also schon für das Kind, das die Bewegung erst lernt, ist als begehrt nur das Ziel der Bewegung anzunehmen.

Dass es sehr lange dauert, ehe das Kind eine einigermassen geschickte Greifbewegung zustande bringt, weiss jeder, der Gelegenheit

gehabt hat, darüber Beobachtungen anzustellen. Zu allererst lernt das Kind einen Gegenstand fixieren und mit den Augen verfolgen. Es würde zuviel physiologische Kenntnisse voraussetzen, wollte ich hier die Erlernung dieser Fertigkeit erörtern. Sobald die Gegenstände fixiert werden, fängt das Kind auch an, danach zu greifen. Anfangs streckt es die Händchen einfach aus, und da wir Erwachsenen mit dieser Bewegung auszudrücken pflegen, dass wir etwas gereicht haben möchten, so deutet man wohl dieselbe Bewegung des Kindes nicht anders, und schreibt damit dem Kinde Kenntnisse zu, die es noch nicht haben kann. Selbstverständlich kann in diesen Bewegungen nichts anderes gesehen werden, als die ersten Versuche, den Gegenstand zu erreichen. Freilich streckt das Kind die Hände oft auch viel zu weit aus, wenn man ihm etwas vorhält, noch viel häufiger aber greift es nach Dingen, die seinen ausgestreckten Händen nie erreichbar sein können. Es greift nach der Zimmerdecke, wenn dort etwas seine Neugier reizt, ja es greift ganz gewöhnlich nach dem Monde. Es fehlt ihm also zunächst das richtige Schätzen der Entfernungen. Diese Fähigkeit ist nun zum Teil Sache des Gesichtssinns, wir schätzen die Entfernungen durch Umdeutung gewisser Eigenschaften der Bilder, die unsere Augen von den Dingen erhalten, und gewisser Veränderungen der Augen bei Einstellung auf verschiedene Entfernungen. Wie diese Umdeutung erlernt wird, werden wir unten sehen.

Zunächst wollen wir aber davon absehen, dass wir die Einschätzung der Entfernungen mittelst der Augen erst lernen müssen, und wollen diese Fähigkeit schon als gegeben annehmen. Auch dann erreicht die Greifbewegung nicht gleich ihr Ziel, vielmehr muss das Kind erst lernen, welche Anstrengung seines Muskelapparates dazu gehört, um das gewünschte Ziel zu erreichen.

Auf welchem Wege das geschieht, darüber kann uns nun nur die Beobachtung an Kranken, die in ihrer Greiffähigkeit gelitten haben, Auskunft geben. Zunächst ist es selbstverständlich, dass Greifbewegungen nicht zustande kommen können, wenn die Nervenelemente in ihrer Funktion beeinträchtigt sind, die direkt den Muskel mit Reizen versorgen, also die Bewegungszellen, die wir zuerst kennen gelernt haben. Dann ist das Glied völlig gelähmt.

Nun wissen wir aber, dass die Greifbewegung auch dann leiden kann, und zwar ohne dass eine Lähmung des Gliedes stattfindet, wenn die Nervenelemente zerstört sind, welche mit der Aufnahme von Reizen und mit der Zuleitung zum Centralorgan betraut sind, und es hat sich herausgestellt, dass dafür der Ausfall solcher Nerven verantwortlich gemacht werden muss, welche dem Gehirn von den Gliedmassen aus Erregungen zuführen, die geeignet sind, Nachricht über die jeweilige Lage des Gliedes im Raume zu geben. Wir müssen annehmen, dass der

Spannungszustand der Muskeln und Sehnen, und der unter den verschiedenen Stellungen natürlich stets wechselnde Druck der Gelenkenden aufeinander, die dazu nötigen Erregungen auslöst.

Diese Nachrichten kommen uns nicht zum Bewusstsein, aber welche Bedeutung sie haben, zeigt sich bei ihrem Ausfall. Dann ist die Fähigkeit, das Glied zu bewegen, vorhanden, die Kraft der Muskeln ist nicht beeinträchtigt, aber die Glieder fahren ungeschickt in der Luft umher, bei der einfachsten Greifbewegung wird das Ziel nicht erfasst, die Hand fährt daran vorbei oder gerät überhaupt in eine falsche Richtung, obgleich die Schätzung der Entfernung mittelst der Augen eine vollständig richtige war.

Aus diesen Erfahrungen müssen wir schliessen, dass wir nicht imstande sind, unseren Muskeln, so wie uns ein Ziel für eine Bewegung vorschwebt, gleich die richtigen Befehle zu geben, wie ich einmal kurz sagen will, obgleich diese Ausdrucksweise natürlich eine wenig zutreffende ist. Denn unter „Befehlen" wird man geneigt sein, einen Bewusstseinsakt zu verstehen, während sich die Gehirnthätigkeit, die die Muskeln zur Arbeit veranlasst, durchaus unbewusst vollzieht. Dem Bewusstsein schwebt das Ziel vor. Zu dessen Erreichung ist die Abgabe von Erregungen für die Muskeln aus dem Gehirn nötig. Diese vollzieht sich, ohne dass etwas davon zum Bewusstsein kommt.

Zu jeder geordneten Bewegung ist aber nicht die Zusammenziehung irgend eines einzelnen Muskels nötig, sondern es müssen stets eine ganze Anzahl Muskeln geordnet gleichzeitig und nacheinander in Funktion treten, damit die Bewegung das Ziel erreicht. Diese grosse Anzahl von Einzelerregungen für die verschiedenen Muskeln wird nun im Gehirn nicht auf einmal abgegeben, sondern während die Bewegung schon begonnen hat, erhält das Gehirn durch den Muskel- und Lagesinn Nachricht, wie weit die Bewegung gediehen ist, und gibt nun weitere Erregungen ab, so lange bis das Ziel erreicht ist. Und so wenig ausreichend ist die Anfangserregung, auch bei richtiger Schätzung der Entfernungen, dass beim Ausfall der Empfindungen über den Fortschritt der Arbeit, ein Zustand des ganzen Bewegungsapparates eintritt, der zu derselben Unbeholfenheit führt, als ob das Glied überhaupt arbeitsunfähig, also gelähmt, wäre.

Und dieser traurige Zustand tritt sogar ein, wenn das Unglück einer solchen Schädigung nicht etwa ein Kind, sondern einen Erwachsenen trifft, dessen Greifbewegung so vollkommen eingeübt zu sein pflegt, wie es erreichbar ist. Träfe das Unglück ein Kind, so würde es natürlich überhaupt nicht zu einer geordneten Bewegung gelangen, denn selbstverständlich beruht ein Teil des Übungserfolges darauf, dass der erste Erregungsvorgang, der die Muskeln in Bewegung setzt, allmählich immer geeigneter wird, um mit möglichst wenig nachträglichen Verbesserungen

das Ziel zu erreichen. Stets machen wir bei der Erlernung irgend einer Thätigkeit im Anfange eine Menge überflüssiger Mitbewegungen, wir setzen viel zu viele Muskeln in Thätigkeit, verschwenden also Arbeit in grosser Menge, und lernen nur allmählich sparsam mit den Erregungen für die Muskeln umgehen. Das ist auch einer der Gründe, weshalb wir bei der Erlernung einer Arbeit anfangs so viel schneller ermüden als später.

Dass aber dieser Teil des Übungserfolges nicht der ausschlaggebende ist und wir nicht dazu gelangen, mit den ersten Impulsen, die das Gehirn den Muskeln schickt, eine vollständige Greifbewegung zu leisten, das sehen wir an unserem Kranken, der das Lagegefühl verloren hat, und nun die Greifbewegung, die er schon unzählige Male ausgeführt hat, nicht mehr richtig zustande bringt. Die Übung ist also nicht imstande, den Sinn, mit dessen Hilfe sie die Bewegung hauptsächlich leisten lehrt, schliesslich ganz überflüssig zu machen, vielmehr gehen die Nachrichten des Lagesinns in die Erfahrungen, auf die sich der Übungserfolg aufbaut, grade als Hauptbestandteil mit ein.

Das Kind wäre aber schon deswegen in noch weit üblerer Lage, weil es ohne die Thätigkeit des Lagesinnes die Abschätzung der Entfernungen mittelst der Augen gar nicht erlernen würde, denn der Sinn, dem wir unsere Raumkenntnisse verdanken, ist nur der Muskel- und Lagesinn. Unsere ersten Kenntnisse von Entfernungen schöpfen wir aus der Erfahrung, wie weit wir greifen müssen, um einen Gegenstand berühren zu können, und das kann ja auch nicht anders sein, denn ein anderes Raummass als unsere Bewegungen ist uns von Natur aus nicht gegeben. Ja im Grunde messen wir überhaupt nie mit einem andern Massstabe, und wenn wir gelernt haben, Entfernungen mittelst der Augen zu schätzen, so verdanken wir auch diese Fähigkeit nur dem Muskelsinn. Denn wir nehmen die Schätzung vor mittelst Augenbewegungen und empfinden dabei nichts, als das Muskelgefühl der Augenbeweger. Nur können uns die Empfindungen, welche in den Augenmuskeln ausgelöst werden, von vornherein nichts nützen, weil wir erst lernen müssen, die Messung mittelst der Armbewegung, durch Vergleich mit der gleichzeitig gemachten Augenbewegung, schliesslich überflüssig zu machen, um uns nach vielen Erfahrungen mit den Augenbewegungen allein im Raume zurechtzufinden.

Nachdem wir die Bewegung so weit zergliedert haben, werden wir die Arbeit des Kindes bei der Erlernung der Greifbewegung eher verstehen. Das Kind macht zunächst eine Anzahl von ungeordneten Bewegungen, die zum Teil Reste von Ausdrucks- oder anderen Instinktbewegungen sein mögen oder Reflexe sind, die aber zum Teil auch durch Erregungen ausgelöst werden mögen, die die Sinnesorgane nach dem Gehirn senden. Nun erhält das Kind durch seinen Muskel- und Lage-

sinn Nachricht, dass mit dem Gliede etwas geschehen ist. Es beginnt bald die Bewegung auch mit den Augen zu verfolgen, und so wie es den Zusammenhang der Abgabe von Erregungen aus dem Gehirn mit der erfolgenden Bewegung erfasst hat, beginnt es zu üben.

Über die ausserordentlich schwierigen rein psychologischen Probleme, die sich hier aufdrängen, müssen wir hinweggehen. Dass das Kind die oben angedeuteten Erfahrungen machen muss, um zu den ersten willkürlichen Bewegungen zu gelangen, ist nicht zu bezweifeln und mit dieser Feststellung wollen wir uns begnügen. An jedem Kinde ist es leicht zu beobachten, wie es nun mit seinen Gliedmassen gewissermassen los experimentiert. Es lernt zuerst den Zusammenhang der verschiedenen Impulse mit den erfolgenden Bewegungen kennen, sein Muskelsinn gibt ihm Auskunft über die Grösse der Bewegung, gleichzeitig wird mit den Augenbewegungen verfolgt, was geschieht, und die beiden Empfindungsgrössen verglichen. Selbstverständlich üben sich die beiden Funktionen gegenseitig aneinander. Wie viel oder wenig davon zum Bewusstsein kommt, interessiert uns hier wiederum gar nicht.

Sehr lange dauert es, bis das Kind so eine wirkliche brauchbare Greifbewegung zustande bringt, es ist ja auch die dabei nötige Muskelthätigkeit eine recht zusammengesetzte Arbeit. Hat aber das Kind diese Bewegung erst erlernt, so hat es auch einen gewaltigen Fortschritt gemacht, und ist zu weit mehr Leistungen befähigt, als das neugeborene Tier mit seinen angeborenen Thätigkeiten. Das Kind kann nun mit den Händen nicht nur etwas ergreifen und zum Munde führen, was etwa der Pickbewegung des Hühnchens entspräche, sondern es kann denselben Mechanismus zu jeder beliebigen anderen Thätigkeit benutzen, es kann ihn in den Dienst der mannigfaltigsten Handlungen stellen, denn der hier arbeitende Bewegungsapparat ist nicht nur befähigt zu einem bestimmten gleichartigen Ablauf von Muskelzusammenziehungen, sondern der Mechanismus gestattet es, die Hände in jede beliebige Stellung zu bringen, wenn es das Ziel der Bewegung verlangt.

Jetzt können wir auch bereits zu verstehen anfangen, weshalb dem Menschen die meisten angeborenen Bewegungen verloren gehen mussten. Die Entwicklung konnte keinen anderen Weg einschlagen, wenn der Bewegungsapparat in der Weise, wie es geschehen ist, tauglich werden sollte, um beliebige Zielbewegungen auszuführen. Die Muskelaktion, vermittelst deren das Hühnchen nach den Körnern pickt, beruht auf einem Mechanismus, dem jede Fähigkeit abgeht, in den Dienst einer anderen Thätigkeit zu treten. Ein Tier, welches mit einer grossen Anzahl solcher ererbten Funktionen zur Welt kommt, kann dafür in seinem Leben zu diesen Fertigkeiten nichts hinzulernen, eine Übung des Bewegungsapparates tritt nicht ein, nur die einmal gegebenen Bewegungsarten laufen stets in gleicher Weise ab. Wenn sich dagegen der Mensch erst müh-

sam Raumkenntnisse aneignen muss, um eine einzige treffende Greifbewegung zu vollziehen, so hat er eben dafür den Vorteil, dass er zu solchen Kenntnissen über den Raum und das Verhalten seiner Glieder im Raume gelangt, die ihn in den Stand setzen, seine Glieder nun im Raume spielen zu lassen, wie er es grade braucht.

Es leuchtet ein, dass der ungeheure Vorteil der Anordnung, die wir beim Menschen finden, darin besteht, dass der ganze Bewegungsapparat veränderten Verhältnissen ohne weiteres sich anpasst, was bei den ererbten Bewegungsarten nicht der Fall ist. Diese können von den Erfahrungen, die das Individuum in seinem Leben macht, nicht beeinflusst werden, es fehlt ihnen die Plastizität, wie man die Abänderungsfähigkeit durch Erfahrungen im Einzelleben nennt. Selbstverständlich finden wir aber diese Plastizität im Bereiche der höheren Tierwelt in ziemlich weiter Ausbildung, wenn auch nirgends in solcher Vollkommenheit vor wie beim Menschen. Wir finden sie nämlich überall da, wo die ihr zugrunde liegende Fähigkeit vorhanden ist, Erfahrungen zu machen, das heisst das Gedächtnisvermögen.

Wir werden dessen Funktion im Zusammenhange betrachten, hier genüge der Hinweis darauf, dass selbstverständlich ohne Gedächtnis keinerlei Übung denkbar ist. Das Gedächtnis liefert nicht etwa nur die Zielvorstellung, es wirkt vielmehr besonders als Vermittler der Erfahrungen, die das Individuum beim Erlernen und Einüben der Bewegungen selbst machen muss. Der Gegensatz zu den ererbten Bewegungen beruht, rein physiologisch angesehen, grade auf dem Dazwischentreten der Gedächtnisarbeit zwischen Reiz und Bewegung. Während dort der äussere Reiz direkt auf den Bewegungsapparat übertragen wird, der Reiz also eine ganz bestimmte Kombination von Erregungen, manchmal freilich von recht ausgebreiteter und verwickelter Form, dem Bewegungsmechanismus zuströmen lässt, tritt bei der erlernten Bewegung zwischen Reiz und Bewegung etwas dazwischen, und das ist die Gedächtnisthätigkeit. Dieser ist es zuzuschreiben, dass die durch die Reize auslösbaren Bewegungen im weitesten Masse abänderungsfähig werden durch die Erfahrung des Individuums.

Erreicht aber der Apparat für das Erlernen von Bewegungen eine so hohe Vervollkommnung wie beim Menschen, so muss er darauf eingerichtet sein, fast jede beliebige denkbare Bewegung auszuführen, die die Glieder überhaupt leisten können. Um aber die Möglichkeit zu geben, den Apparat in den Dienst von beliebigen vorgestellten Bewegungen zu stellen, dazu musste der Mechanismus ausgebildet werden, den wir im vorhergehenden kennen gelernt haben. Soll eine ererbte Bewegung ausgeführt werden, so können leicht die Einrichtungen im Nervensystem so getroffen sein, dass den Bewegungszellen die nötigen Reize in richtiger Abstufung und Folge zuströmen. So geschieht es z. B. bei der doch

recht zusammengesetzten Schluckbewegung. Anders aber, wenn beliebige Anforderungen an den Bewegungsapparat gestellt werden. Dass hier für jede denkbare Bewegung, die vorkommen könnte, den die Bewegung auslösenden Zellen gleich die Erregungen in vollkommener Genauigkeit zuströmen, ist bei der Mannigfaltigkeit der Möglichkeiten gar nicht denkbar, und nun tritt hier der Regulierapparat für die Bewegungen auf, der den Ablauf der Thätigkeit kontrolliert und den Erfolg mit dem gewünschten Ziele zu vergleichen und in Einklang zu setzen ermöglicht. Dieser Anordnung des Bewegungsmechanismus verdanken wir die Fähigkeit, Bewegungen zu erlernen und einzuüben. Wir werden an den andern Beispielen, die wir erörtern wollen, das Wirken der Einrichtung noch besser verstehen lernen.

Der Gang und die Gleichgewichterhaltung.

Die verschiedenen Fortbewegungsarten sind grade die Thätigkeiten, die in der Tierwelt am häufigsten ererbt auftreten, und wenn wir gesehen haben, dass das Greifen deswegen von uns nicht fertig ererbt werden kann, weil die Hände in den Dienst der Zielbewegungen gestellt sind und zu den mannigfachsten Fertigkeiten gebraucht werden, so wird der Leser nicht ohne weiteres geneigt sein anzunehmen, dass für den Zwang, auch den Gang erst zu erlernen, dieselben Gründe zutreffen können. Und doch ist dies meiner Meinung nach durchaus der Fall, nur sind hier die Verhältnisse noch etwas verwickelter. Der Gang ist ja die überwiegende Funktion unserer unteren Extremitäten, aber der menschliche Gang ist schon mit dem tierischen nicht zu vergleichen wegen der ungeheuren Schwierigkeit der Gleichgewichtserhaltung beim aufrechten Gang, und die Erlernung dieser Kunst macht dem Kinde bedeutend mehr Mühe als das Laufen an sich. Dieses Moment könnte vielleicht schon genügen, um den Gegensatz zu den meisten Tieren mit ihrer breiteren Gleichgewichtsunterlage zu begründen.

Ich meine jedoch, dass ein Mechanismus, der alle diese Schwierigkeiten auch ohne die Möglichkeit der Übung überwindet, durchaus denkbar ist, die Schwierigkeit der Funktion verhindert es nicht, dass sie ererbt auftritt. Vielmehr ist wohl dasselbe Prinzip, dass wir bei der Greifbewegung kennen gelernt haben, auch hier ausschlaggebend. Wenn die meisten Tiere die Ortsbewegung und Gleichgewichterhaltung mit zur Welt bringen, so sind dafür auch beide Funktionen durchaus beschränkt, während der Mensch die Fähigkeit erwirbt, in den mannigfaltigsten Lagen sein Gleichgewicht zu erhalten und auch seine Beine so gut wie die Arme in den verschiedenartigsten Lagen zu beliebigen Bewegungen zu gebrauchen. Der Vorteil, den diese Modifikationsfähigkeit des Gang- und Balancierapparates bringt, ist durchaus nicht zu verachten. Der Mensch kann sich ducken, knieen, er lernt auf Bäume klettern, schwim-

men, reiten, radfahren, und er kann seine Beine bei seinen Kunstfertigkeiten den Händen zu Hilfe kommen lassen, sie also ganz offenbar zu Zielbewegungen verwenden.

Die Gangstörungen entsprechen natürlich den Greifstörungen ganz genau, wir kennen ausser einer Lähmung des Bewegungsapparates, genau denselben durch Zerstörung der reizaufnehmenden Nerven veranlassten hilflosen Zustand des Ganges, den ich bei der Greifbewegung geschildert habe. Die Kranken, denen die Nachrichten über die Lage der Glieder fehlen, fangen zuerst an den Boden zu stampfen, weil sie nicht wissen, wie weit ihre Bewegung fortgeschritten ist und wo sich ihre Beine befinden. Bei weiterem Fortschreiten der Zerstörung geraten die Bewegungen ganz aus der Ordnung, und schliesslich sind die Kranken, obgleich die Muskelkraft nicht versagt, zu keinerlei Ortsbewegung mehr fähig. Das Gehirn ist nicht imstande, die zu der doch gewiss gut eingeübten Gehbewegung nötigen Erregungen in richtiger Folge abzugeben, wenn ihm die Nachricht über die Lage der Glieder fehlt. Die Hilflosigkeit solcher Kranker erreicht aber deshalb einen so hohen Grad, weil die fehlenden Reize dazu gedient haben, das Gleichgewicht in den verschiedenen Stellungen zu erhalten.

Von einer Gehirnthätigkeit, die das Gleichgewicht regelt, weiss wiederum unmittelbar niemand, nur wenn man einen Schwindel bekommt, kommt das Fehlen des Gleichgewichts zum Bewusstsein. Die ganze wichtige Gehirnthätigkeit, die hier geleistet wird, die zu den verwickeltesten des Organismus gehört, vollzieht sich unbewusst, und auch beim Üben der Thätigkeit kommt von der dabei geleisteten Hirnarbeit nichts zum Bewusstsein. Wenn wir eine Bewegung, wie das Radfahren erlernen, so ist die Hauptschwierigkeit natürlich die Gleichgewichterhaltung unter so veränderten Verhältnissen. Dass dazu eine besondere Gehirnarbeit gehört, merken wir nur beim Versagen des Gleichgewichtapparates und es ist fast unmöglich, auch bei starker Anspannung der Aufmerksamkeit, die Thätigkeit, die erforderlich ist, sich zum Bewusstsein zu bringen. Es gelingt vielmehr immer erst nachträglich zu erfahren, was geschehen ist.

Es gibt vorzügliche Radfahrer, die überhaupt nicht wissen, worauf die Möglichkeit, auf einem Zweirad zu balancieren, beruht. Man lässt hier bei der Neigung des Rades, nach links zu fallen, das Vorderrad nach rechts laufen, wodurch sich die ganze Maschine wieder aufrichtet. Als ich mich zum ersten Male aufs Rad setzte, wusste ich das auch nicht, und diese Weisheit hätte mir das Lernen auch sicherlich nicht erleichtert und ich hätte keinmal weniger den Chausseegraben besucht; denn mit Bewusstsein einzugreifen, dazu ist hier gar keine Zeit. Die unbewusste Gleichgewichtregulierung geht viel schneller von statten, als das bewusste Erfassen der Situation und der Entschluss, die nötigen

Gegenbewegungen zu machen. Ein besseres Beispiel für die unbewusste Übung einer ausserordentlich schwierigen Gehirnthätigkeit durch Probieren, kann es nicht geben, aber auch keinen besseren Beweis, welchen Nutzen die Anpassungsfähigkeit des Muskelapparates an die verschiedenartigsten Aufgaben bringt.

Dass die Gleichgewichterhaltung eine der verwickeltesten Funktionen des Nervensystems ist, bedarf keines Beweises. Es gehören schon beim gewöhnlichen Gang eine Unmenge von Muskelzusammenziehungen dazu, um den Körperschwerpunkt nicht über den kleinen Spielraum, über dem er sich bewegen darf, hinausgeraten zu lassen, wenn die Stellung des Körpers bei der Ortsbewegung sich fortwährend ändert. In jedem Augenblicke werden Erregungen in den das Lagegefühl vermittelnden Nerven ausgelöst und die Spannung der Körper- und Gliedermuskeln muss nach den neuen Reizen fortwährend sich ändern. Die Umschaltung der Reize in Erregungen für die Muskeln geschieht durchaus nach der Erfahrung, also mit Hilfe der Fähigkeit des Gehirns, die früheren Eindrücke in irgend einer Weise aufzubewahren und auszunutzen. Ohne das Gedächtnisvermögen wäre also auch in diesem Falle keine Übung möglich.

Die Einübung durch das Kind geschieht natürlich nach genau denselben Prinzipien, nur unter ungeheuer viel grösserer Anstrengung als das Erlernen der Greifbewegung. Das Kind probiert und experimentiert fortwährend mit seinem Bewegungsapparat, das Gehirn lernt dadurch allmählich, die Lagegefühlsempfindungen zu den richtigen Bewegungsimpulsen verarbeiten, während das Bewusstsein immer nur auf das Ziel gerichtet bleibt, den gesehenen oder gelegentlich auch einen der Phantasie vorschwebenden Effekt der Bewegung zustande zu bringen. Ein ungeheurer Erfahrungsschatz muss aufgehäuft werden, bis die Gleichgewichterhaltung in den wechselnden Lagen des Körpers gelingt, und lange dauert es auch, bis die nötigen Erfahrungen gesammelt sind, obgleich das Kind fortwährend mit seinen Gliedern Versuche anstellt.

Ein ungeheuer verwickelter Nervenapparat muss dementsprechend der Umschaltung der unzähligen Erregungen dienen, die der Lagesinn liefert. Von dem Aufbau und der Funktionsweise dieses Apparates können wir uns nur eine ganz allgemeine Vorstellung bilden, und wie die Umschaltung im einzelnen erfolgt, dafür fehlt uns vorläufig jeder Anhaltspunkt. Wir kennen heute einigermassen die Wege, welche die Erregungen von einer Hauptschaltstation zur andern im Centralnervensystem zurücklegen, aber was in den Stationen selbst geschieht, darüber können wir nur Vermutungen aufstellen, und da bei diesen unübersehbar verwickelten Thätigkeiten stets sehr grosse Mengen von Nervenelementen gleichzeitig arbeiten müssen, wir aber nicht wissen, wie die gleichartigen Elemente zueinander geschaltet sind, so haben die Versuche,

diese Vorgänge durch schematische Darstellungen verständlicher zu machen, wenig Wert. Sie haben den Nachteil, dass sie die Neigung hervorrufen, die ungeheure Kompliziertheit der Vorgänge zu übersehen. Die hier wirkenden Erregungen verlaufen gleichzeitig in Tausenden von Nervenelementen, und wie diese ineinander wirken, davon ist es unmöglich, sich eine Vorstellung zu bilden. Es genügt auch für unseren Zweck, wenn nur ein ganz ungefähres Bild der Einzelvorgänge gegeben wird.

Worauf es hier zumeist ankommt, ist die Vermittelung des Verständnisses für die Bedeutung und Notwendigkeit des Regulierapparates, dem wir die Fähigkeit, beliebige Bewegungen zu erlernen, verdanken. Für die Gleichgewichterhaltung und Fortbewegung ist die Notwendigkeit dieser Einrichtung viel leichter zu erkennen als bei der Greifbewegung. Eine fortwährende Benachrichtigung über den jeweiligen Zustand der die Körperhaltung vermittelnden Muskeln zu den Hirnapparaten, die das Gleichgewicht regulieren, muss ja stattfinden. Der dafür nötige Apparat muss aber die höchste Ausbildung erfahren, wenn das Gleichgewicht für alle beliebigen denkbaren Stellungen eingeübt werden soll, wie es beim Menschen der Fall ist.

Selbstverständlich ist auch dieser Mechanismus bei den höheren Tieren in mehr oder minder grosser Vollkommenheit anzutreffen, nur eine so weit gehende Plastizität auch der Beinbewegungen wie beim Menschen ist im Tierreich nirgends anzutreffen. Unsere Gliederbewegungen sind eben ganz und gar in den Dienst der Zielbewegung gestellt, damit wir aber jede beliebige Handlung, die sich unserem Bewusstsein als Ziel zeigt, ausführen lernen, müssen wir auch die regelmässig notwendigen Bewegungsarten erst einüben und erlernen.

Dass für eine nebeneinander hergehende Vervollkommnung sowohl der ererbten wie der erlernbaren Thätigkeiten keine Möglichkeit vorhanden ist, dürfte aus den früheren Ausführungen schon hervorgehen, wird aber noch besser verständlich werden, wenn wir die Funktionsweise des Gedächtnisses genauer kennen gelernt haben.

Die Sprache.

Bei den beiden erörterten Beispielen von erlernten Bewegungen mussten wir uns damit begnügen, den Mechanismus kennen zu lernen, der es ermöglicht, den Bewegungsapparat in den Dienst von Zielen zu stellen, einen Einblick in die Gehirnvorgänge, die das Ziel selbst gestalten und die Impulse auf den Bewegungsmechanismus übertragen, konnten wir bisher nicht gewinnen. Hier hilft uns die Zerlegung der Sprachfunktion einen bedeuten Schritt weiter und gestattet uns wenigstens einen gewissen Einblick in den Gang der Erregungen im Gehirn.

Dem Bewusstsein ist das Wort unter allen Verhältnissen eine durchaus einheitliche Vorstellung, von den Gehirnvorgängen beim Sprechen ist natürlich wiederum nichts im Bewusstsein, nur indirekt wissen wir, dass wir beim Sprechen gewisse Bewegungen machen, und keinen Augenblick schweben uns diese Bewegungen als Ziel vor, das Ziel ist vielmehr das lautwerdende Wort. Bei dieser Sachlage bringt uns natürlich die Betrachtung des Bewusstseininhalts beim Sprechen keinen Schritt vorwärts, und nur wieder der Beobachtung von Störungen der Sprachfunktion durch Beeinträchtigung oder Zerstörung gewisser Hirnteile sind die Aufschlüsse zu danken, die heute auf diesem Gebiete zu geben sind. Die Kenntnisse, die wir der Beobachtungen von Sprachstörungen verdanken, ermöglichten auch erst eine Deutung der Erscheinungen beim Erlernen der Sprache.

Dass die Sprache durch Lähmung der vielen kleinen dabei beteiligten Muskeln leiden muss, wenn die Elemente, die den Muskeln direkt die Erregungen senden, zerstört werden, ist selbstverständlich. Ausser solchen Schädigungen der Sprache durch Zerstörung des eigentlichen Bewegungsapparats, wobei natürlich andere Bewegungen, für die dieselben Muskeln dienen, wie kauen, schlucken, in gleicher Weise leiden, kennen wir aber noch anders geartete Störungen, die die Sprachfunktion allein treffen und die auf Schädigungen von Grosshirnteilen zurückzuführen sind, die der Bildung der Sprache dienen.

Diese Störungen müssen in zwei Gruppen getrennt werden, die Schädigung trifft nämlich entweder das Sprachverständnis oder die Sprachbildung. Eine bestimmte Stelle des Grosshirns muss die Funktion haben, dem Sprachgedächtnis zu dienen, in irgend einer Weise müssen hier in den Nervenelementen die Gedächtnisbilder der Sprache haften, denn bei Zerstörung dieser Gegend geht das Verständnis für die Sprache gänzlich verloren. Der Kranke hat, wenn z. B. ein Bluterguss gerade diese Gegend des Gehirns zerstört, plötzlich alles was er an Sprachkenntnissen in seinem Gedächtnis aufgehäuft hat, verloren, und obgleich sein Gehörvermögen an und für sich nicht beeinträchtigt ist, versteht er nichts von dem, was er sprechen hört. Seine Muttersprache klingt ihm wie irgend welches Kauderwelsch, und er muss von vorn anfangen die Sprache verstehen zu lernen. Da er ganz gut hört und wir für gewöhnlich nur mit einer Hirnhälfte sprechen, wie man wohl kurz sagen kann, so gelingt ihm die Neuerlernung des Sprachverständnisses mit Hilfe der anderen Hirnhälfte meist in ganz kurzer Zeit, und nur wenn dasselbe Unglück beide Seiten im Grosshirn an derselben Stelle trifft, bietet sich Gelegenheit die Zerstörung des Wortverständnisses längere Zeit zu beobachten.

Diesen Ausfall des Sprachverständnisses durch Zerstörung einer bestimmten Hirngegend können wir nicht anders erklären als durch die An-

nahme, dass in diesen Bezirk das Sprachgedächtnis zu verlegen ist, und dass in den Nervenelementen dieser Gegend die Gedächtnisspuren der Sprache in einer uns bisher unbekannten Weise niedergelegt sind. Allein die Störung der Sprache geht in solchen Krankheitsfällen viel weiter. Wenn der Gedächtnisausfall wirklich ein vollständiger ist, was bei den häufigeren nur teilweisen Störungen natürlich nicht der Fall ist, und so lange die Neuerlernung mittelst der unversehrten Hirnhälfte noch nicht begonnen hat, so lange können die Kranken nicht nur nichts verstehen, sie können auch keine Worte hervorbringen. Es gelingt ihnen nicht ein Wort zu bilden, obgleich der die Sprache vermittelnde Bewegungsapparat durchaus intakt ist. Wenn die Zerstörung des Sprachgedächtnisses aber nur unvollständig ist oder die Wiedererlangung des Sprachverständnisses schon begonnen hat, dann fangen die Kranken auch an selbst zu sprechen, aber sie thun es in einer Weise, die durchaus zu vergleichen ist der Gangart oder den Greifbewegungen, die bei Zerstörungen des Lagegefühles auftreten. Die Sprache gerät in einen ähnlichen unbeholfenen, ungeordneten Zustand, die Silben werden verwechselt, verstellt, es werden auch ganz falsche Bewegungen gemacht und unverständliche Laute und Silbenzusammenstellungen kommen statt der Worte heraus. Wie der früher geschilderte Kranke an dem Gegenstand, den er ergreifen will, vorbeigreift, so spricht unser Kranker vorbei, und man nennt die Störung thatsächlich „vorbeisprechen“. Besonders zu betonen ist, dass es dem Kranken selbst nicht deutlich wird, wie falsch er spricht.

Wie ist nun dieser merkwürdiger Einfluss einer Zerstörung im Bereich der reizaufnehmenden Nervenapparate, — denn dazu muss doch der Gehirnteil, der die vom Gehörorgan aufgenommenen Klangbilder aufbewahrt, gerechnet werden — auf die Abgabe der zum Sprechen nötigen Bewegungsimpulse zu erklären?

Nach den früheren Erörterungen über die Bedeutung des reizaufnehmenden Apparates für die einfacheren Bewegungen werden wir um eine Erklärung nicht verlegen sein. Wir wissen schon, dass der erste Impuls, den das Gehirn zur Erreichung irgend eines Zieles dem Bewegungsapparat giebt, zur vollständigen Ausführung der Bewegung nicht genügt, es muss vielmehr eine Benachrichtigung über den Gang der Bewegung und eine Vergleichung des vorläufigen Effekts mit dem gestellten Ziel während der Bewegung fortwährend stattfinden. Das Ziel, das beim Sprechen dem Bewusstsein verschwebt, ist kein anderes, als dass das Wort so laut werde, wie es aus andrer Munde unzähliche Male gehört worden ist. Soll nun im Gehirn eine Vergleichung stattfinden zwischen der durch die abgegebenen Impulse erreichten Bewegung und dem zu erzielenden Wort, so muss das Gedächtnisbild des Wortes, das vom Gehörorgan aus gewonnen worden ist, als Vergleichsobjekt vorhanden sein.

Zu einem besseren Verständnisse werden wir gelangen, wenn wir versuchen den Weg kennen zu lernen, denn die Erregungen im Gehirn beim Sprechakt gehen müssen. Wir lernen die Sprache natürlich zuerst als gehörte Sprache der Mitmenschen kennen, wir erhalten also zuerst Kenntnis von den Klangbildern der Sprache. Diese werden von einem, der Hörfunktion im allgemeinen dienenden bestimmten Hirnteile zunächst aufgenommen und verarbeitet, also durch Umschaltung zusammengefasst, und dann einer benachbarten Station weitergegeben, die besonders mit der Aufgabe betraut ist, das Gehörte dem Gedächtnis einzuverleiben, also der Station des Sprachgedächtnisses. Von hieraus strahlen nun die Erregungen nach allen Seiten ins Gehirn aus, um die Verbindung des Wortes mit den dazu gehörigen Sinnesempfindungen und den Gedächtnisbildern der Sinneseindrücke herzustellen. Wird z. B. das Wort „Zucker" gehört, so muss das Gedächtnisbild des Klanges Zucker verbunden werden mit dem Gedächtnisbild, das dem Gehirn Auge, Tastsinn und Geschmack früher hierfür geliefert haben.

So lange wir die Sprache nur hören und verstehen lernen, werden die Erregungen im Gehirn natürlich in der hier skizzierten Richtung verlaufen. Was muss nun aber geschehen, wenn wir anfangen wollen, selbst zu sprechen? Wenn ich ein Stück Zucker sehe und ich will das Wort „Zuker" aussprechen, so bin ich dazu offenbar überhaupt nicht anders im stande, als dass in mir zuerst das Gedächtnisbild des Wortes Zucker wiederauftaucht, dass ich mich also erinnere, wie der Zucker heisst. Falls mich mein Gedächtnis im Stiche lässt und das Klangbild „Zucker" nicht in der Erinnerung auftaucht, dann bin ich auch nicht imstande das Wort auszusprechen. Das passiert uns ja, besonders bei Eigennamen häufig genug. Es muss also bei dem Streben zu sprechen, zunächst der Begriff des Gegenstandes, den wir benennen wollen, wieder rückwärts verbunden werden mit den Klangbild, das wir mit dem Begriff verbinden gelernt haben, d. h. die Erregung im Gehirn muss wieder in die Station der Klangbilder, also des Sprachverständnisses zurückgeleitet werden, und die Übertragung auf den Bewegungsmechnismus kann erst von hier aus vor sich gehen.

Diesen Bewegungsmechanismus selbt kennen wir genauer auch nur durch die Folgen von Zerstörungen. Während die Kranken, denen die Gedächtnisbilder fehlen, nicht wissen, was sie sprechen sollen, oder wenn die Zerstörung unvollständig ist, nicht genau wissen, wie sie sprechen sollen, und falsch sprechen, ohne es zu bemerken, können die Kranken, wenn ein gewisser anderer Hirnteil zerstört ist, der die Erregungen aus dem Gedächtnis empfängt und sie auf den Sprachapparat überleitet, die zum Sprechen nötigen Bewegungen nicht hervorbringen, obgleich sie ganz genau wissen, was sie sagen wollen. Wenn hier die Beeinträchtigung unvollständig ist, dann sprechen die Kranken auch falsch, aber sie er-

kennen den Fehler und suchen sich zu verbessern. Interessant ist es nun, dass bei solchen Störungen die Muskeln, die zum Sprechen untauglich geworden sind, zu anderen Verrichtungen so gut wie vor der Krankheit gebraucht werden können. Die Kranken können also atmen, schlucken, kauen, die Lippen bewegen u. s. w., was ihnen dagegen fehlt, ist die Zusammenstellung der Reize zu geordneten Sprachbewegungen.

Die Stelle des Gehirns, deren Zerstörung für die beschriebene Form der Sprachstörung verantwortlich gemacht werden muss, hat also offenbar die Funktion die Erregungen zusammenzustellen und zu ordnen und sie dann erst auf den weiteren Bewegungsapparat, der die Erregungen direkt den Muskeln zusendet, zu übertragen. Wird dieser Apparat selbst zerstört, so wird natürlich nicht nur die Sprache, sondern mit ihr sämtliche Funktionen der beteiligten Muskeln beeinträchtigt sein, während die Zerstörung der zunächst zurückliegenden, hier in Betracht kommenden Schaltstätte nur die Sprache aufhebt. Diese Station empfängt beim Sprechen aus der Sprachgedächtnisstätte die Reize, und sie schaltet sie in der Weise um, dass sie auf den Bewegungsmechanismus übertragen, tauglich sind, geordnete Muskelbewegungen in richtigem Zusammenwirken hervorzubringen, damit das gewünschte Wort durch die Bewegung laut werde.

Beim Erlernen der Sprache findet durch das Gehör eine fortwährende Vergleichung der durch die ersten Sprachversuche gebildeten Laute mit dem im Gedächtnis vorhandenen Klangbild des Wortes statt, das zu sprechen beabsichtigt wird. Das Ohr nimmt die lautwerdende Wirkung der ersten Sprechimpulse auf, das Kind vergleicht die Wirkung mit seiner Absicht, und lernt nach unzählichen mühseligen Versuchen, auf keinem anderen Wege als durch unaufhörliches Probieren, allmählich Absicht und Wirkung seiner Impulse allmählich in Übereinstimmung bringen. Bekanntlich gelingt es, diese Arbeit des Gehörorgans bei tauben Kindern durch den Gesichts- und Gefühlsinn leisten zu lassen. Die dabei zustande kommende Taubstummensprache ist, wenn man nur die Vorgänge im Gehirn im Auge hat, selbverständlich etwas ganz anderes als die Gehörsprache. Der Taubstumme hat keine Sprachklangbilder in seinem Gedächtnis, sondern nur Gesichts- Gefühlsbilder der Sprache und sucht diese nachzuahmen. Die Bedeutung der Vergleichung zwischen Wirkung der Impulse und Ziel für das Erlernen irgend einer Thätigkeit tritt bei dem Beispiel des Taubstummenunterrichts gerade besonders deutlich hervor.

Es soll nicht verschwiegen werden, dass in der gegebenen kurzen Darstellung der Sprachfunktion die Sache sehr schematisiert und vereinfacht worden ist. Thatsächlich lernen auch wir guthörenden nicht ganz ausschliesslich durch das Gehör sprechen, und es finden sich auf diesem Gebiete schon grosse individuelle Verschiedenheiten, nicht jedes

Gehirn arbeitet durchaus nach demselben Plane. Für uns kam es aber nur darauf an zu zeigen, wie die psychologisch unzerlegbare Funktion des Sprechens in ihrem physiologischen Ablauf eine deutliche Gliederung zeigt, die für das Verständnis der Vorgänge bei der Erlernung und Übung von höchster Bedeutung ist.

Man hat eine psychologische Umdeutung der physiologischen Thatsachen versucht und die Lehre von den sogenannten „Bewegungsvorstellungen" ausgebildet. Man verlegt in die Stätte, in der die Umschaltung der Reize für den Bewegungsapparat geschieht, die Vorstellung der Bewegung. Nun ist aber eine Vorstellung doch nur ein Bewusstseinsinhalt, dass aber unserem Bewusstsein eine Vorstellung von dem Ablauf der Bewegung gerade gänzlich fehlt, darauf ist in meiner Darstellung mit besonderem Nachdruck öfter hingewiesen worden, und das kann auch jeder Mensch leicht an sich beobachten. Wenn ich jetzt meine Hand zum Tintenfass ausstrecke, so kann ich in meinem Bewusstsein nichts weiter entdecken als den Wunsch, die Feder in die Tinte zu bringen. Dass dazu eine Muskelaktion erforderlich ist, weiss ich überhaupt nur indirekt, und wenn ich meine Aufmerksamkeit mit grösster Willensanstrengung auf den Bewegungsvorgang selbst lenke, so erfahre ich doch immer erst nachträglich von der schon geschehenen Muskelaktion. Im Bewusstsein ist also immer nur die Vorstellung des Zieles, und die Reizzusammenstellung für die Muskeln, die man etwa als Bewegungsvorstellung hat bezeichnen wollen, ist ein durchaus unbewusster Gehirnvorgang.

Die Lehre von den Bewegungs- und speziell den Sprachvorstellungen, die wegen ihrer grossen Verbreitung hier erwähnt werden musste, bringt nur eine unnötige Verquickung von physiologischen und psychologischen Fragen und Definitionen, und unsere Darstellung konnte ohne sie ganz bequem durchgeführt werden. Aus den Thatachen, die uns die Krankheitsbilder an die Hand geben, ist in voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen der rein physiologischen Forschung nur zu schliessen, dass in den erwähnten Hirnteilen gewisse Umschaltungen der Reize erfolgen. Das ist physiologisch gedacht, wir kennen an physiologischen Vorgängen im Nervensystem nur Erregungen und die Eigentümlicheit der Aufbewahrung von Erregungen im Gehirn, das Gedächtnis.

Psychologisch ist uns weiter nichts gegeben, als die Vorstellung des Zieles der Bewegung, das bei der Sprache in dem Lautwerdenlassen des früher oft gehörten und dem Klanggedächtnis einverleibten Wortes besteht. Dem Bewusstsein schwebt als Ziel das fertige Wort vor, das das Gedächtnis liefern muss, wie die meisten Vorstellungen aus dem Gedächtnismaterial des Gehirns bezogen werden. Ich habe absichtlich vermieden zu behaupten, dass die Zielvorstellung selbst in der Stätte des Sprachgedächtnisses ihren Sitz hat. Bezogen werden kann der wichtigste

zur Zielbildung nötige Bestandteil, die Klangerinnerung, nur von dorther und physiologisch wird die Erregung von dort aus auf den Bewegungsapparat übertragen. Wie viel Umwandlungen und Umschaltungen der Erregungen aber noch dazwischen erfolgen, können wir nicht sagen. Freilich sind in der Stätte des Wortgedächtnisses am ehesten zusammengestellte und geordnete Erregungskombinationen vorhanden, die in irgend einer Weise den Vorstellungen entsprechen mögen. Aber wie sich Nervenerregungen zu bewussten Vorstellungen verhalten mögen, wann, wo und wie Gehirnvorgänge zu Bewusstseinsvorgängen werden, darüber mag sich und wird sich auch jeder seine Ansicht nach seinen sonstigen Anschauungen bilden.

Andre Thätigkeiten, die der Mensch zu erlernen imstande ist, Kunstfertigkeiten wie schreiben oder musizieren, werden natürlich nach genau denselben Prinzipien eingeübt wie die allerschwerste der menschlichen Thätigkeiten, die Sprache. Bei ihnen allen schwebt dem Bewusstsein ein bestimmtes Ziel vor, das durch die Sinnesorgane gegeben wird, oder früher gegeben worden ist und jedesmal bei der Ausführung dem Gedächtnisschatz entnommen wird, auch wohl bei neuer Zusammenstellung früherer Sinneseindrücke als Phantasievorstellung auftritt.

Erreicht wird das Ziel immer auf demselben Wege. Es werden die Erregungen von den Gedächtnisstätten auf mehr oder weniger Umwegen auf den Bewegungsapparat übertragen. Damit es aber möglich ist, die Muskeln in den Dienst der mannigfaltigsten Bewegungen zu stellen, all die Ansprüche zu erfüllen, die an den Bewegungsapparat durch das mit Gedächtnisinhalt bereicherte Gehirn gestellt werden, wird der ganze Bewegungsmechanismus für die Arbeit nach dem Prinzip der Erfahrung eingerichtet, und müssen die ererbten Bewegungen wegfallen. Dafür tritt, wie wir gesehen haben, ein Regulierapparat auf, der durch ständige Vergleichung der Erfolge der Impulse mit den Absichten, die Bewegung dem Ziel anzupassen geeignet ist und dadurch jede denkbare Bewegung ermöglicht.

Die Wirksamkeit der Reguliereinrichtung ist bei der Sprache besonders leicht erkennbar, der Ausfall der ganzen Sprachbildung beim Wegfall der Gedächtnisbilder der Sprache beleuchtet am besten die Bedeutung der Vergleichung von Impulserfolg und Absicht, für die Erreichung des Zieles. Bei den Arm- und Beinbewegungen liefert, so weit sie nicht mit den Augen verfolgt und so eingeübt werden, der Muskel- und Lagesinn die Vergleichsobjekte, die bei der Sprache das Gehör gibt.

In ähnlicher Weise wird natürlich für jede andere erlernte Bewegung das Ziel dem Gedächtnisschatz entnommen und zwar immer den Gedächtnisspuren, die der Sinn geliefert hat, unter dessen Kontrolle die Bewegung eingeübt ist, und es erübrigt sich, die Vorgänge im einzelnen an anderen Thätigkeiten zu verfolgen. Einen weiteren Einblick werden

wir noch gewinnen, wenn wir erst die Arbeit des Gedächtnisses beleuchten. Zunächst fehlt uns aber zum weiteren Verständnis des Wesens der Übung noch eine nähere Kenntnis der eigentlichen physiologischen Erscheinungen.

Physiologische Hilfsmittel der Übung.

Wir haben bisher hauptsächlich die Wege kennen gelernt, die die Erregungen nehmen, die Erregungen selbst haben wir vorläufig als sowohl gleichartige wie gleichmässige, also ganz unveränderliche Grössen angenommen. Das sind sie aber durchaus nicht. Als gleichartig freilich müssen wir sämtliche in den Nervenelementen verlaufenden Erregungsvorgänge so lange ansehen, als keinerlei Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass das Nervensystem imstande ist, verschieden geartete Erregungen hervorzubringen und zu leiten. So schwierig die Erklärung sehr vieler Funktionserscheinungen auch sein mag, wenn der nervöse Prozess als einheitlich und gleichartig angenommen werden muss, so kann doch eine Abweichung hiervon durchaus nicht zugelassen werden, da keine einzige Erfahrung für das Vorkommen verschieden gearteter nervöser Erregungen spricht.

Wir setzen also den Erregungsprozess in den Nervenelementen immer gleich in seiner Art, ungleich dagegen muss er selbstverständlich sein können in seiner Stärke, denn starke und schwache Erregungen kommen auf jedem Gebiete der nervösen Funktionen vor. Schon eine Unterscheidung von schwachen und starken Reizen der Aussenwelt wäre ohne entsprechende Steigerung der Stärke der Nervenströme nicht denkbar, und ebenso muss das Nervensystem seinerseits stärke und schwächere Impulse nach aussen abzugeben imstande sein, also im wesentlichen die Muskeln mehr oder weniger intensiv reizen. Denn durch die Muskeln giebt sich am letzten Ende alles Nervenleben nach aussen kund.

Die Stärke der Erregungen kann nun nach einem für alles Organische geltenden Gesetz bei der Übung einer Funktion nicht unbeeinflusst bleiben, denn in der belebten Welt wird allgemein jede Funktion durch Ausübung verstärkt, während die Nicht-Ausübung zur Verringerung, Verschlechterung und gelegentlich sogar zur völligen Aufhebung einer Funktion führt.

Die Lebensäusserungen der Organismen, ihre gesamte mannigfaltige Thätigkeit ist eng verbunden mit dem Stoffumsatz, stets hängen Funktion und Stoffwechsel aufs innigste zusammen, und überall wird durch die Funktion der Organe der Stoffumsatz gefördert. Am leichtesten zu beobachten ist dieses Abhängigkeitsverhältnis bei den Muskeln. Jedermann weiss, dass Menschen, die ihre Muskeln nicht gebrauchen, auch schlecht ernährte, schlaffe und dünne Muskeln haben, und dass durch

Übung dieselben Muskeln zu reichlichster Entwicklung gebracht werden können. Wird gar der Muskel durch Verletzung oder Krankheit von seinem Nerven getrennt, so stellt sich eine rapide Entartung ein, die in wenigen Monaten zum vollständigen Zerfall des zur Zusammenziehung tauglichen Gewebes führt. Indem man den Muskel aber durch künstliche Reize öfter zur Thätigkeit bringt, kann man seinen Untergang aufhalten und gelegentlich so lange hinhalten, bis die Verbindung mit dem Nerven sich wiederherstellt, womit dann die Rettung gesichert ist.

Man sieht aus diesem Beispiel, in wie innigem Zusammenhange die Ernährung des Gewebes mit seiner Funktion steht, nur durch Thätigkeit kann der Stoffumsatz im lebenden Organ aufrecht erhalten werden. Wir haben gute Gründe, anzunehmen, dass bei jeder Funktion ein Stoffverbranch stattfindet, dass dieser Verbrauch aber für das Fortleben der Organe unbedingt notwendig ist, und durch die Funktion allein der Wiederersatz der verbrauchten angeregt wird. Dass die Organe bei reichlicher Thätigkeit aber nicht nur erhalten werden, sondern auch zunehmen und wachsen, das erklären wir uns mit der Annahme, dass die Funktion nicht nur einen vollständigen Wiederersatz der verbrauchten Stoffe anregt, sondern dass jedesmal darüber hinaus eine Überkompensation stattfindet, d. h. dass jedesmal mehr ergänzt wird als verbraucht wurde, so dass sich also ein Stoffansatz einstellt.

Bei solchen Organen, bei denen in den Ruhepausen zwischen der Arbeit eine Ansammlung von Kraft in Gestalt von aufgespeicherter Energie oder Spannung stattfindet, die sich bei der Thätigkeit auf den Reiz hin stossweise entlädt, wird natürlich in genau entsprechender Weise durch die Verbesserung des Stoffumsatzes nicht nur ein Wiederersatz der abgegebenen Spannkräfte erzielt, sondern es wird auch hier eine Neigung zum Überersatz vorliegen, und es wird durch die Übung der Funktion eine allmähliche Vermehrung der Spannkräfte stattfinden. Damit würde nicht nur eine Verbesserung der Ernährung, sondern auch eine Erhöhung der dem Organe eigentümlichen Art der Thätigkeit, also auch eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit, die Wirkung der Übung sein. Auf die Muskeln bezogen, bedeutet das einen nicht unwesentlichen indirekten Gewinn durch die Übung, die Muskeln werden nicht nur stärker sondern auch leistungsfähiger. Ganz ohne Einfluss ist übrigens die Übung auch nicht auf die Knochen und Gelenke, wissen wir doch z. B., dass Violinspieler längere Finger zu bekommen pflegen, und so mag sich auch sonst mancher indirekte Gewinn durch die Übung einstellen, indem die ausführenden Organe sich den Aufgaben, die ihnen häufig gestellt werden, einigermassen anpassen. Nur überschätze man dieses Moment nicht: was wir üben, sind nur bei allergröbster körperlicher Arbeit die Muskeln, bei allen feineren Thätigkeiten ist es fast nur das Nervensystem, dessen Funktion durch die Übung verbessert wird.

Das Nervensystem arbeitet aber, wie wir gesehen haben, in ganz ähnlicher Weise wie die Muskeln. Auch in den Nervenelementen müssen sich Spannkräfte anhäufen, die sich auf den Reiz hin stossweise entladen. Wir haben also Grund anzunehmen, dass durch die Übung ein Einfluss auf den Stoffumsatz im Nervensystem in ganz ähnlicher Weise wie im Muskel stattfinden wird, dass durch häufige Ausübung einer Funktion die dabei beteiligten Zellgruppen zu besserer Ernährung gelangen werden und damit auch ein reichlicherer Ersatz der bei der Thätigkeit verbrauchten Spannkräfte eintreten wird. Der Erfolg davon wird zunächst darin bestehen, dass die geübten Gruppen allmählich weniger leicht und schnell ermüden, denn die Ermüdung ist selbstverständlich im wesentlichen auf den Verbrauch der Spannkräfte zurückzuführen.

Neben der grösseren Ausdauer wird die Überkompensation der Spannkräfte weiterhin eine gewisse Steigerung der Erregbarkeit bei fortgesetzter Übung veranlassen müssen. Die Erregungen setzen sich von einem Nervenelement zum andern nicht in derselben gleichmässigen Weise fort, wie in der ununterbrochenen Nervenfaser, die im wesentlichen als einfacher Leiter angesehen werden kann, vielmehr wirkt immer die Erregung des einen Nervenelements auf das andre, auf das der Impuls übertragen werden soll, als Reiz ein, und auf den Reiz antwortet das zweite Element nur dann, wenn in ihm ein Spannungszustand vorhanden ist, für den der Reiz gross genug ist, um die Spannung zur Entladung zu bringen. Anders können wir uns die Funktionsweise des Nervensystems gar nicht vorstellen. Unzweifelhaft findet in den nervösen Elementen eine Ansammlung von Spannkräften statt, denn das Nervensystem giebt bedeutend mehr Energie nach aussen ab, als es durch die Sinnesorgane empfängt. Würde aber die Leitung der Erregungen auf jeden geringen Reiz hin ohne jeden Widerstand erfolgen, so würden wir weder die Erscheinungen der Ermüdung verstehen, noch überhaupt uns eine Vorstellung von dem Ablauf geordneter nervöser Prozesse bilden können, denn jede ins Nervensystem gelangende Erregung müsste unaufhaltsam weiter geleitet werden, bis sie irgend welche Entladungen nach aussen erzeugte.

Wir müssen also annehmen, dass Entladungen nur stattfinden, wenn Reiz und Spannungszustand in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen. Wird durch anhaltende Thätigkeit der Kraftvorrat der Zelle angegriffen und damit der Spannungszustand erniedrigt, so wird die Entladung schwieriger, es werden stärkere Reize notwendig, und das äussert sich als Ermüdung, als Gefühl grösserer Anstrengung. Schliesslich wird die Erschöpfung durch die Arbeit vollständig und die Entladungen hören auf. Wird dagegen die Thätigkeit rechtzeitig unterbrochen und für genügende Erholung Zeit gelassen, so wird der Kraft-

vorrat wieder ergänzt, und bei häufiger Wiederholung der Thätigkeit, d. h. bei Übung, tritt darüber hinaus noch eine Verbesserung des Kraftvorrats und eine Erhöhung des Spannungszustandes ein, so dass sich allmählich eine gewisse Erhöhung der Erregbarkeit solcher geübter Zellgruppen einstellen wird. Auf den häufig wiederholten Reiz wird also das Nervensystem schliesslich leichter antworten, und gleichzeitig wird der Reiz selbst, um dasselbe Ziel zu erreichen, geringer sein dürfen. Es wird also um so weniger Anstrengung nötig sein, je besser eingeübt die zu leistende Arbeit ist.

Selbstverständlich werden sich diese Vorteile nur dann einstellen, wenn gänzliche Erschöpfung möglichst vermieden wird. Übung und Schonung müssen, wenn der grösste Nutzen erzielt werden soll, einander so viel abwechseln, dass der Stoffumsatz auch imstande ist und Zeit hat, die bei der Übung verbrauchten Materialien und Spannkräfte wieder heranzuschaffen. Aus diesem Abhängigkeitsverhältnis von Thätigkeit, Wiederersatz und Stoffansatz erklärt es sich auch, dass man seine Kräfte nicht durch einfaches Sparen und Schonen auf der Höhe halten kann. Der grosse Gegensatz von organisierter und unorganischer Natur tritt darin besonders zu Tage. Hier heisst es sparen und schonen, wenn man Kraft anhäufen will, im lebenden Organismus dagegen führt das blosse Sparen eher zu einer Verminderung als zu einer Verbesserung des Kraftvorrats. Nur durch Übung kann hier Kraft angesammelt werden.

Dass aber auch die Übertreibung der Übung grosse Nachteile im Gefolge hat, ist nach dem Vorhergehenden leicht erklärlich. Wenn der Körper nicht Zeit hat, das Verbrauchte zu ergänzen, muss die Arbeit natürlich die Organe und Gewebe schädigen. So lange dagegen die Thätigkeit nicht die Grenzen des Nützlichen überschreitet, die sich durch das Ermüdungsgefühl deutlich kundgeben, muss durch die geschilderten physiologischen Verhältnisse eine Verbesserung und Erleichterung der geübten Nervenprozesse zu erzielen sein.

Die innige Abhängigkeit dieser Seite des Übungsgewinnes vom Stoffwechsel des Organs bringt es aber mit sich, dass bei Einstellung der Übung der Vorteil allmählich wieder verloren gehen muss. Die an Thätigkeit gewöhnten Zellgruppen bedürfen zur Aufrechterhaltung des erhöhten Stoffumsatzes nun erst recht der Reize, und müssen sie die Anregung zur Thätigkeit längere Zeit entbehren, so wird ihr Spannungsgrad sehr bald abzufallen beginnen, und damit wird ein Teil des Übungsgewinnes verloren zu gehen drohen. Dass aber vermöge der einmal erlangten besseren Ernährungsbedingungen, falls die Übung wieder einsetzt, die Rückkehr des stärkeren Stoffumsatzes leichter vor sich gehen wird als ihr Gewinn bei der ersten Einübung, ist auch leicht einzusehen, und wir finden eine volle Übereinstimmung unserer alltäglichen

Erfahrungen beim Üben einer Thätigkeit mit den physiologischen Verhältnissen.

Die Erleichterung einer Thätigkeit durch die Übung, also die Herabsetzung des zur Auslösung notwendigen Reizes empfinden wir recht deutlich als Gegensatz zum Gefühl der grossen Anstrengung bei den ersten Versuchen und besonders bei Ermüdung. Es sind also offenbar stärkere Erregungen zur Auslösung von ungewohnten und ungeübten, aber auch von zu lange fortgesetzten Bewegungen und Thätigkeiten nötig, und zum Teil wird es auf die dadurch bedingte grössere Stärke der angewandten Impulse zurückzuführen sein, dass bei Mangel an Übung und bei beginnender Ermüdung, die Erregungen die Neigung zeigen, viel weiter auszustrahlen, als wir eigentlich beabsichtigen.

Je grösser die Anstrengung ist, die uns eine Thätigkeit kostet, um so zahlreichere überflüssige Muskelzusammenziehungen stellen sich ein, die die Bewegung eigentlich gar nicht fördern, und sie gelegentlich sogar stören und behindern können. Je mehr solche unnützen Muskelzusammenziehungen gemacht werden, desto mehr Gegenbewegungen müssen erfolgen, um das Ziel zu erreichen, und dadurch erhöht sich der unnütze Kräfteverbrauch noch mehr, so dass der Eintritt der Erschöpfung noch weiter beschleunigt wird. Dass wir erst allmählich lernen müssen, Erregungen abzugeben, die dem schliesslich zu erreichenden Zweck gleich von vornherein möglichst angepasst sind, haben wir gesehen. Die Erhöhung der Erregbarkeit, das leichtere Ansprechen der Zellgruppen erleichtert natürlich die Innehaltung der Grenzen bei der Abgabe der Impulse. So wie wir gezwungen sind, die Impulse zu verstärken, wie bei beginnender Ermüdung, stellen sich auch die überflüssigen Mitbewegungen wieder ein. Wird die Anstrengung, die uns eine Bewegung kostet, sehr gross, dann kann die Ausstrahlung der Erregungen sich fast auf den ganzen Bewegungsapparat erstrecken. Bei höchster Anstrengung geraten ja fast alle Muskeln des Körpers in einen gewissen Spannungszustand, der den Ablauf verwickelter Bewegungen durchaus nicht fördert. Besonders die starken Spannungen in den Gesichtsmuskeln, das Stirnrunzeln und Zusammenbeissen der Zähne ist eine sehr häufige Begleiterscheinung der Anstrengung, die man wohl am besten durch die Ausstrahlung der allzu starken Erregungen erklärt.

In der Fähigkeit, die Reize abzustufen und sie auf das Notwendige zu beschränken, bringt es nicht jedermann zu derselben Vollkommenheit. Wir nennen einen Menschen, der das Vorbeigreifen sein Lebtag nicht verlernt, ungeschickt. Es giebt Menschen, die jede Bewegung äusserst schnell erlernen, die in kürzester Zeit alle überflüssigen Mitbewegungen vermeiden, nicht zu schwache und nicht zu starke Impulse abgeben, und durch diese Eigenschaft zur schnellsten Erlernung der mannigfachsten Thätigkeiten befähigt sind. Ihre Bewegungen machen auch

stets einen ästhetisch befriedigenden Eindruck, weil in dem leidigen Hin- und her vor dem Erreichen des Zieles bei ungeschickten Menschen die Hässlichkeit der Bewegungen begründet ist. Die vielen Spannungen, besonders in den Gesichtsmuskeln, das Grimassenschneiden bei jeder Thätigkeit vergrössert noch unser ästhetisches Missfallen.

So grosse individuelle Unterschiede der Veranlagung wie hier treffen wir auf allen Gebieten des Nerven- und Geisteslebens, sie lehren uns gewisse Schranken der Übungsfähigkeit kennen, die nicht überschritten werden können. Zum Teil sind diese Grenzen allgemeine, sie sind in dem Aufbau und der Struktur der nervösen Organe selbst, so wie der Hilfsorgane begründet. Die Übung kann keine Funktion schaffen, wofür nicht die Anlage angeboren ist. Nun wechselt diese Anlage aber individuell in sehr weiten Grenzen, und natürlich sind auch diese Verschiedenheiten abhängig von Abweichungen in der Gehirnstruktur. Nicht alle Gehirnteile sind bei jedem Individuum gleichmässig entwickelt, und so wenig wir die Struktur des Organs zu ändern imstande sind, so wenig können wir die Grenzen der Anlage überschreiten.

Freilich werden von den vorhandenen Anlagen nur die allerwenigsten wirklich bis zu der Höhe der Ausbildung gebracht, die sie zulassen würden, das sehen wir besonders deutlich an den Menschen, die eines Sinnesorgans beraubt sind, und dafür ein anderes zu erstaunlicher Vollkommenheit ausbilden. Bei den fast unaufhörlich geübten Bewegungsarten jedoch muss die Grenze der Ausbildungsfähigkeit meist erreicht werden, und wenn wir auch annehmen wollen, dass durch geeignete Übungen mancher ungeschickte Mensch es noch zu abgerundeteren Bewegungen bringen könnte, so zeigt sich die grosse Verschiedenheit der Begabung schon deutlich genug in den grossen Unterschieden der Schnelligkeit, mit der zusammengesetztere Thätigkeiten erlernt werden.

Wie verschieden überdies auch bei weitestgehender Übung die Wege bleiben, auf denen die Bewegungsziele erreicht werden, das zeigt besonders die Handschrift, aus der man ja nicht ganz ohne Berechtigung auf den Charakter, d. h. die Gesamtanlage des Menschen schliessen will. Hier begegnen wir einer ungeheuren Mannigfaltigkeit der Formen der Bewegungen, die im letzten Grunde alle auf die im Vorhergehenden geschilderten Verhältnisse zurückzuführen sein müssen, also von der Stärke der angewandten Impulse abhängen müssen und von der grösseren oder geringeren Gewandtheit, das Ziel auf dem nächsten Wege zu erreichen. Das ästhetisch befriedigendste trifft wohl auf diesem Gebiete ganz zusammen mit dem Nützlichsten, es befriedigt am meisten, wenigstens das unverdorbene ästhetische Empfinden, wenn das Ziel möglichst ohne Umwege erreicht wird, und dies bezweckt die Übung natürlich in erster Linie.

Es ist verständlich, dass die allmählich eintretende Ersparnis an Korrekturen der Impulse, auch eine gewisse Beschleunigung der Thätigkeit im Verlaufe der Übung mit sich bringen wird. So lange man vorbeigreift und erst an seinem Ziele hin- und herfährt, ehe man es erreicht, vergeudet man natürlich nicht nur Arbeit, sondern auch Zeit. Die Möglichkeit, durch Übung die Schnelligkeit der Bewegung zu fördern, halte ich aber mit diesem Prinzip der Vermeidung von Umwegen für erschöpft. Dafür dass etwa die Erregungen in den Nerven bei Wiederholung schneller geleitet werden, haben wir keine physiologischen Anhaltspunkte, und dafür sprechen auch unsere Erfahrungen nicht sehr. Man schätze aber den Zeitgewinn, der durch Vermeidung von Umwegen sich ergiebt, nicht gering, er ist fast allein ausreichend, um die Beschleunigung zu erklären, die eine Thätigkeit durch Übung erfährt. Die Summe der Umwege bei ganz ungewohnter Thätigkeit ist eben ungemein gross und versäumt sehr viel Zeit.

Bei verwickelten Thätigkeiten wird die Zeitersparnis weiter gefördert durch eine gewisse Zusammenfassung der Ziele. Wenn wir anfangen schreiben zu lernen, ist zunächst jeder einzelne Strich das Ziel, und das Kind macht sogar danach immer eine Pause, es zerlegt das Ziel zur Erleichterung der Thätigkeit. Dagegen streben wir bei fortgesetzter Übung danach, das Ziel möglichst vollständig ins Auge zu fassen, und wenn die Thätigkeit zur gewohnten Beschäftigung wird, so bilden sich wohl auch direkte funktionelle Verbindungen, wodurch gewisse anfangs notwendige Umwege allmählich ganz wegfallen können. Wenn wir z. B. musizieren lernen, so müssen wir zuerst das Notenzeichen mit dem Namen der Note und den Namen mit den sonstigen Eindrücken verbinden lernen, um den Ton zu finden. Bei einiger Übung verbindet sich das Gesichtsbild des Notenzeichens direkt mit der zur Bewegung nötigen Zielvorstellung, und damit wird unzweifelhaft auch Zeit erspart.

Diese Verhältnisse sind jedoch nicht mehr verständlich ohne genauere Kenntnis des allerwichtigsten physiologischen Hilfsmittels der Übung, nämlich des Gedächtnisses.

Das Gedächtnis als Hilfsmittel der Übung.

Das Gedächtnis ist die Fähigkeit, Erfahrungen zu machen. Es kann nur darauf beruhen, dass entweder alle oder einzelne besonders damit betraute Gruppen von Nervenelementen imstande sind, von den Erregungen, die ihnen zukommen, eine Spur in irgend einer Form aufzubewahren. Das Gedächtnis ist demnach eine physiologische Funktion, und der grösste Teil der Gedächtnisarbeit vollzieht sich auch ohne jede Mitwirkung oder Kenntnis des Bewusstseins. Fortwährend ist unser Gedächtnis an der Arbeit, und fast von jedem, vielleicht sogar

ohne Ausnahme von jedem Eindruck wird ihm eine Spur zur Aufbewahrung übermittelt. Der allergrösste Teil dieser unaufhörlichen Gedächtnisarbeit kommt nie zum Bewustsein, und man könnte auf den Gedanken kommen, dass er überhaupt verloren geht, d. h. dass er unbenutzt vergessen wird. Das ist aber keineswegs der Fall. Nur kommt der grösste Teil unseres Gedächtnisinhalts niemals in die Lage, das Material für bewusstes Erinnern, für bewuste Vorstellungen zu liefern. Dabei ist aber der ganze Gedächtnisinhalt, der nie zum Bewusstsein kommt, von ausserordentlicher Wichtigkeit. Wir würden uns ohne dieses Material in der Welt nicht zurecht finden können, wir würden unseren eigenen Körper und den uns umgebenden Raum nicht kennen, wir würden mit unsern Gliedern nichts anzufangen wissen, kurz wir wären ohne die unbewusste Arbeit des Gedächtnisses nicht imstande, irgend eine Thätigkeit zu erlernen und zu üben.

Unser Lernen und Üben geschieht ganz ausschliesslich nach Erfahrung, diese ist aber nur möglich durch das Gedächtnis. Die Erfahrung lehrt uns erst, welche Bewegungen den Impulsen, die wir abgeben, folgen. Durch unsere Sinnesorgane, das Auge, besonders aber durch den Muskel- und Lagesinn, und bei der Sprache durch das Gehör, wird uns ein Eindruck von der geschehenen Bewegung, oder vielmehr von deren Erfolg übermittelt, und dieser Eindruck muss eine Gedächtnisspur hinterlassen, sonst wäre keine Erfahrung gemacht und wir wären beim nächsten Versuch um nichts besser gestellt. Wenn wir also eine Bewegung oder kombinierte Thätigkeit üben, so beruht der Übungsgewinn ganz überwiegend auf Gedächtnisspuren, die mehr oder weniger fest haften, und damit einen mehr oder weniger dauernden Erfolg der Übung gewährleisten. Unserem Gedächtnis also vornehmlich verdanken wir die Fähigkeiten, die wir im Leben erwerben, und zwar ist es das rein individuelle Gedächtnis, die dem einzelnen gegebene Fähigkeit, in seinem Leben, Erfahrungen zu machen, die die Einübung aller erlernten Thätigkeiten ermöglicht.

Im Gegensatz dazu kommt bei den ererbten Bewegungen ein individuelles Gedächtnis gar nicht in Thätigkeit, und wenn man von einem Artgedächtnis spricht, das sie vermittelt, so braucht man das Wort „Gedächtnis“ in einer zu weit gehenden Übertragung, oder aber es wird damit gemeint, dass erbliche Bewegungen vererbte Gewohnheiten seien, also einstmals doch durch Erfahrung und Gedächtnis erworben. Diese Ansicht ist bereits widerlegt, und ihre Unhaltbarkeit wird sich im folgenden noch deutlicher ergeben. Und was die Übertragung des Wortes „Gedächtnis“ im Sinne eines Artgedächtnisses betrifft, so ist diese nur geeignet, den Begriff zu verdunkeln und Verwirrung zu stiften. Leider ist es heute Mode geworden, jede Auswahl unter Reizen, selbst in der unorganischen Natur, Gedächtnis zu nennen, und man spricht heute gar

von Gedächtnis, wenn ein Draht einen Strom, den er einmal geleitet hat, nun besser leitet als andere Stromarten. Die Gedächtnisfunktion unseres Nervensystems ist eine durchaus eigenartige, genau abgrenzbare Thätigkeit. Überall wo von einmal oder häufiger gegebenen Eindrücken eine Spur zurückgeblieben ist, also überall wo Erfahrungen gemacht sind, hat das Gedächtnis gearbeitet.

Die überwiegende Bedeutung des Gedächtnisses für jede Art Übung muss ohne weiteres einleuchten. Alle Bestandteile des Bewegungsvorgangs, jeder einzelne Übungsakt vollzieht sich unter Mitwirkung des Gedächtnisses, und nur dieses ermöglicht überhaupt einen Fortschritt der Übung. Die Übung beruht im wesentlichen auf Erfahrung, und Erfahrung ist dasselbe wie Gedächtnis.

So wenig eine Erfahrung angeboren sein kann, so wenig wird irgend welches Gedächtnismaterial vererbt, und wir werden ohne eine Spur von Gedächtnisinhalt geboren. Wäre es anders, so könnten wir uns ja auf unser Gedächtnis niemals verlassen, denn es soll uns doch im Leben dadurch unterstützen, dass es die früheren Eindrücke aufbewahrt und eine Erinnerung daran ermöglicht, die wir uns weiterhin zu Nutze machen. Würde ich eine Erinnerung von den Erlebnissen eines meiner Vorfahren haben, so wäre mir unter Umständen damit sehr schlecht gedient. Nichts widerspricht dem Wesen der Gedächtnisfunktion mehr, als von ererbtem Gedächtnisinhalt zu sprechen. Die Nervenelemente, die die Fähigkeit haben von den Eindrücken eine Spur in einer uns unbekannten Form aufzubewahren, können ihren Inhalt erst im Leben empfangen. Angeboren ist nur die Fähigkeit, die Eindrücke aufzunehmen und aufzubewahren.

Sie ist natürlich, wie alle unsere Fähigkeiten beschränkt durch gewisse unüberschreitbare Grenzen, die in der Struktur und Funktionsweise unseres Nervensystems begründet sind, und die wiederum bei den einzelnen Individuen in sehr weiten Grenzen schwanken. Der eine hat ein besonders gutes Gedächtnis für Formen, der andere für Töne u. s. w. Das bedingt dann grosse Unterschiede in der Übungsfähigkeit der von den betreffenden Gedächtnisteilen abhängigen Thätigkeiten. Wer ein schlechtes Formengedächtnis hat, wird es im Zeichnen niemals zu brauchbaren Leistungen bringen, und wer kein Tongedächtnis hat, wird nicht singen lernen. Daraus geht die Bedeutung des Gedächtnisses für die Übung schon recht deutlich hervor. Wir werden aber am besten wieder auf das Beispiel der Sprache zurückgreifen, die uns in die Arbeitsweise des Nervensystems die besten Einblicke gestattet.

Die Rolle des Gedächtnisses bei der Erlernung der Sprache ist nach den früheren Erörterungen leicht abzuleiten. Zunächst lernen wir die Sprache als gehörte Laute kennen, unser Gehör nimmt sie auf und übermittelt jeden einzigen Eindruck dem Gedächtnis, das erst nach un-

zähligen Wiederholungen imstande ist, das physiologisch betrachtet überaus komplizierte Wortbild, zunächst einmal auf den Gegenstand, den es bezeichnet, zu beziehen, auch wenn dieser nicht mehr gleichzeitig wahrgenommen wird. Bis dann weiterhin das Lautbild im Gedächtnis so deutlich und genau haftet, dass die ersten Versuche, es selbst nachzubilden, gemacht werden können, dazu gehören noch unzählige Wiederholungen. Das Ziel der Bewegung, das lautwerdende Wort, wird also ausschliesslich durch das Gedächtnis gegeben.

Damit ist aber dessen Thätigkeit noch nicht erschöpft, auch das Anpassen der Impulse an das gegebene Ziel ist Sache der Erfahrung. Nachdem das Kind unzählige Male sprechen gehört hat, macht es die ersten Versuche ein Wort nachzusprechen, und nun beginnt eine neue Reihe von Erfahrungen, die ebenso zahllos sein müssen, ehe ein Gedächtnis für die den Impulsen folgenden Bewegungen und die dadurch zu erreichenden Laute ausgebildet ist, das es ermöglicht, das Bewegungsziel zu erreichen. So gut wie das Ziel der Erfahrung entnommen ist, wird auch die Bewegung selbst nach dem Prinzip der Erfahrung ausgebildet, beide Bestandteile des Übungsvorganges sind also von der Gedächtnisfähigkeit in erster Linie abhängig.

Für die Möglichkeit, den Bewegungsapparat in den Dienst beliebiger Zielbewegungen zu stellen, ist es von der allergrössten Bedeutung, dass das Gedächtnis seinen Inhalt vollständig und ohne jede Ausnahme aus der Erfahrung im Einzelleben gewinnt. Wir haben gesehen, dass, solange der Bewegungsapparat nur angeborenen Thätigkeiten dient, eine Anpassung dieser Bewegungen an die Erfahrung, eine Plastizität der Arbeit unmöglich ist. Auf bestimmte Reize oder Gefühle folgt notwendig immer dieselbe unabänderliche Handlung. Was die erlernte Bewegung auszeichnet, ist die Möglichkeit, sie nach den Erfahrungen des Lebens dessen Bedürfnissen in mannigfaltigster Weise anzupassen, und wir verdanken diese wichtigste Fähigkeit der Eigenschaft des Gedächtnisses, seinen Inhalt ganz aus der Erfahrung zu nehmen.

Dieser Inhalt, mit welchem die Nervenelemente, die das Gedächtnis vermitteln, gewissermassen angefüllt werden, ist im voraus durchaus nicht bestimmt, nur hängt er natürlich von den Verbindungen der Elemente ab, eine Zellgruppe, die ihre Reize vom Gehörorgan empfängt, kann eben nur Gehöreindrücke aufbewahren. Aber es können sicherlich dieselben Zellgruppen von dem einen bei der Erlernung des Klavierspiels, vom andern bei der Ausbildung von Akrobatenkunststücken oder zu anderen Fertigkeiten verwendet werden. Und auch bei Benutzung einer Zellgruppe zu einem bestimmten, durch die Verbindungen gegebenen Zweck, ist der Inhalt in jedem speziellen Falle doch immer noch ein verschiedener. Man denke nur an die Möglichkeit, die verschiedensten Sprachen zu erlernen. Auch hier sehen wir die Anfüllung

der Zellgruppen mit sehr verschiedenem Gedächtnisinhalt, je nach den Lebenserfahrungen des einzelnen.

Es ist überflüssig, die Arbeit des Gedächtnisses bei den verschiedenen Bewegungen im einzelnen zu verfolgen, die Sprache bietet uns das ausgezeichnetste Beispiel, um alle physiologischen Bestandteile des Bewegungsvorganges zu verfolgen, und dieselbe Bedeutung wie hier hat das Gedächtnis natürlich bei allen erlernten, d. h. nach der Erfahrung ausgebildeten Bewegungen. Nachdem wir gesehen haben, welche Rolle der Benachrichtigung des Gehirns über den Stand der Bewegung durch zugeleitete Reize zukommt, muss uns die Bedeutung des Gedächtnisses für die Erlernung von Bewegungen einleuchten, denn die Sinnesorgane, zu denen das Lagegefühl gehört, werden ausschliesslich nach dem Prinzip der Erfahrung ausgenutzt.

Eine Übung der eigentlichen Sinnesorgane giebt es zwar nur in sehr beschränktem Masse, einigermassen werden die Hilfsorgane eingeübt, besonders beim Auge die Muskeln, die es bewegen, aber die Sinnesorgane selbst sind kaum übungsfähig, und doch müssen wir sehen, hören u. s. w. erst ganz und gar lernen. Nur ist es nicht das Auge und das Ohr, die geübt werden, sondern ausschliesslich das Gehirn muss sehen und hören lernen, oder vielmehr lernen, das Gesehene und Gehörte deuten und verwerten. Denn die Aufnahme der Erregungen aus den Sinnesorganen ist eine Aufgabe, die das Gehirn ohne Übung löst, das Kind weiss nur mit den ersten Eindrücken nichts anzufangen. Das bedeutet aber nichts anderes, als dass die Eindrücke der Sinnesorgane, so weit sie nicht ererbte Bewegungen auslösen, keine Bedeutung gewinnen, so lange sie nicht mit vorausgegangenen Eindrücken in irgend einer Weise verbunden und verglichen werden. Es müssen erst eine Unzahl von Eindrücken eingewirkt haben und dem Gedächtnis einverleibt sein, dann bekommen die Sinneseindrücke eine Bedeutung.

Bei den zur Einübung von Bewegungen besonders verwendeten Lagesinn- und Muskelgefühleindrücken ist die Bedeutung der Erfahrung im Einzelnen besonders deutlich zu verfolgen und leicht zu erkennen. Zu allererst weiss das Kind, wenn es eine Empfindung an irgend einer Körperstelle hat, gar nicht, wo der Reiz eingewirkt hat und noch weniger beurteilt es den Reiz oder versucht bewusst, ihn zu beeinflussen. Durch massenhafte Wiederholung der Eindrücke, besonders durch eigenes ununterbrochenes Experimentieren lernt es allmählich die Empfindungen und die Reize kennen, und kann dann anfangen, durch Bewegungsversuche auf die Reize der Aussenwelt einzuwirken. Wenn ein Tier sofort nach der Geburt auf einen Reiz mit einer zweckmässigen Abwehrbewegung reagiert und scheinbar gleich nicht nur die Stelle kennt, wo der Reiz eingewirkt hat, sondern oft auch die Art des Reizes zu unterscheiden scheint, so giebt man sich bei einer solchen Auslegung

der Bewegung eben einer gewaltigen Täuschung hin. Wir haben nichts vor uns als die Auslösung einer ererbten Bewegung durch einen Reiz, ein Wissen, wie es das Kind aus der Erfahrung gewinnt, hat das Tier weder von dem Reiz noch von seiner Abwehrbewegung.

Wiederum stossen wir hier auf den tiefgreifenden Gegensatz zwischen der Einrichtung eines Gehirns mit ererbten Bewegungen und dem menschlichen, das zum allergrössten Teil erlernte Bewegungen ausübt, und jetzt erst können wir den Unterschied im Wesen der beiden Thätigkeitsarten ganz verstehen. Während die ererbte Bewegung durch den äusseren Reiz, wenn er zum ersten Male einwirkt, ebenso gut ausgelöst wird wie alle späteren Male, folgt auf die ersten Reizeinwirkungen niemals eine erlernte Bewegung, es folgt auf den Sinnesreiz zunächst überhaupt nichts, die Reize werden vielmehr nur aufgespeichert, d. h. dem Gedächtnis einverleibt.

Es ist kaum zu bezweifeln, dass diese Arbeit des Gedächtnisses beim Kinde sofort nach der Geburt beginnt, wenn nicht zum Teil schon im Mutterleibe, wo das Lagegefühl zu üben schon Gelegenheit vorhanden ist, wenn auch deswegen ohne rechten Nutzen, weil die Vergleichung zwischen den Eindrücken der verschiedenen Sinnesorgane fehlt, die die Gedächtnisarbeit gerade so sehr wertvoll macht. Nach der Geburt aber beginnt die Ansammlung von Gedächtnismaterial sofort. Wenn wir ein wenige Wochen altes Kind schon einen Gegenstand ins Auge fassen, und bald auch einem bewegten Dinge mit den Augen folgen sehen, so müssen schon eine Unmenge von Eindrücken gehaftet haben, um diese Bewegung auszulösen. Es haben ja auch fortwährend Reize eingewirkt, bevor die erste Bewegung erfolgte, und da sie keine Bewegung ausgelöst haben, müssen sie eben im Gehirn zurückgehalten worden sein. Das aber ist die Arbeit des Gedächtnisses.

So wenig dem Menschen ausschliesslich erlernte, also durch Erfahrung mittelst des Gedächtnisses gewonnene Bewegungen zukommen, so wenig ist etwa im Tierreich das Umgekehrte der Fall. Den Tieren kommt Gedächtnisfähigkeit und dementsprechend auch Ausbildung von Bewegungen durch Erfahrung im allgemeinen in um so höherem Masse zu, je höher wir in der Tierreihe aufsteigen. Nur muss man nicht die Kompliziertheit einer Handlung zum Massstabe dafür nehmen, wie sie physiologisch begründet ist. Es giebt höchst verwickelte Thätigkeiten, wie den Nestbau der Insekten, die sicherlich nichts mit Gedächtnis und Erfahrung zu schaffen haben, die auch stets beim ersten Versuch genau so gut geleistet werden wie bei allen späteren Wiederholungen. Darauf aber kommt es bei der Beurteilung unserer Frage an. Sieht man, dass eine Thätigkeit durch Erfahrung im Einzelleben abgeändert wird, zeigt sich also ein Modifikationsvermögen, dann ist Gedächtnis im Spiele, und

dann ist die Bewegung entweder ganz erlernt oder ein Gemisch von Ererbtem und Erlerntem.

Das Gedächtnis entsteht selbstversändlich nicht plötzlich und verdrängt mit einem Schlage die Thätigkeit der ererbten Mechanismen, es hat sich allmählich entwickelt, und hat die Stelle des Instinktes zum Teil ganz, zum Teil nur in sehr geringer Breite eingenommen. In der Entwickelungsreihe der Organismen ist selbstverständlich zuerst die Form der ererbten Bewegung entstanden, die erlernte ist die viel verwickeltere, aber auch leistungsfähigere Bewegungsart, und wie die verwickelteren, sogenannten höheren Formen sich aus den niederen erst entwickelt haben, so sind natürlich auch die verwickelteren Funktionen nach oder aus den einfacheren hervorgegangen. Jetzt sehen wir, wie verkehrt die Annahme ist, dass Instinkte durch Erblichwerden von Gewohnheiten entstehen könnten. Es müsste dann die niedere Form aus der leistungsfähigeren entstanden sein.

Entsprechend diesem Entwicklungsgange sind die beiden Arten der Gehirnarbeit, die Gedächtnisarbeit und die direkte Auslösung der Bewegungen durch die Reize, auch vielfach noch in gemeinsamen Wirken anzutreffen. Experimentell ist diese Frage vielfach geprüft worden, indem man den Ablauf von Bewegungen durch Hindernisse störte. Die Fähigkeit das Hindernis zu umgehen oder zu vermeiden, bildet sich je nach der verhandenen Gedächtnisfähigkeit sehr verschieden schnell aus. Werden Hindernisse sofort vermieden, dann ist diese Fähigkeit entweder mit der Bewegung vererbt oder es sind schon ähnliche Erfahrungen. vorhergegangen. Stösst aber das Tier erst gegen das Hindernis und lernt es nach mehreren bösen Erfahrungen sich in Acht zu nehmen, dann muss ein Gedächtnis gearbeitet haben. Man hat das Vorhandensein von Gedächtnis bis zu den höheren Fischen in der Tierreihe herabverfolgen können, dagegen ist für die Insekten, die als so sehr intelligent gelten, wie Bienen und Ameisen, ein sicherer Beweis von Gedächtnisfähigkeit nicht erbracht, und diese Tierre verfügen sicherlich zum grössten Teil nur über Reflex- und Instinktmechanismen.

Wenn dagegen ein Fisch, freilich erst nach hunderten von Wiederholungen auf ein Signal zum Futterplatz schwimmt, dann kann man ihm Gedächtnis nicht absprechen, nur stelle man sich nicht etwa vor, dass sein Gedächtnis in der Höhe der Ausbildung dem menschlichen auch nur im entferntesten vergleichbar sei, wenn es auch schon im Wesen dieselbe Funktion ist. Das Gedächtnisbild, das ein scheuer Vogel und ein Haushund von einem Menschen gewinnen können, ist seiner Genauigkeit ausserordentlich verschieden, und dementsprechend auch die Möglichkeit, es praktisch zu verwerten, nicht dieselbe. Der Vogel wird vor jedem menschenähnlichen Eindruck, vor einer schlechten Vogelscheuche sogar, fliehen, der Hund dagegen kann die einzelnen Menschen

gut unterscheiden und sich ihnen gegenüber verhalten, je nach seinen Erfahrungen. Hier zeigt sich deutlich, wie die Bewegungen abhängig sind von der Gedächtnisarbeit, wie der Inhalt der die Gedächtnisspuren aufbewahrenden Hirnelemente die Bewegungen modifiziert.

Jetzt fehlt uns zum vollen Verständnis der physiologischen Vorgänge beim Ablauf der erlernten Bewegungen und bei ihrer Einübung, nur eine physiologische Erklärung des Gedächtnisses, und deshalb müssen wir uns mit dieser Funktion noch weiter beschäftigen.

Die Arbeitsweise des Gedächtnisses.

Das Gedächtnis hat den Zweck, seinem Besitzer die Möglichkeit zu geben, Erfahrungen zu machen, und sie im weiteren Leben auszunutzen. Nicht anders wie alle anderen Funktionen des Organismus und wie seine ganze Struktur muss das Gedächtnis im Laufe der Entwickelung erworben und als eine vorzügliche Waffe im Kampf ums Dasein allmählich vervollkommnet worden sein. Wir werden gut thun, uns seine Entstehung vor Augen zu halten, wenn wir nach einem Verständnis für die Arbeitsweise des Gedächtnisses suchen. Wir werden dann einsehen, dass die Zurückhaltung und Wiedererweckung von Eindrücken dem Träger des Gedächtnisses kaum einen Nutzen bringen könnte, wenn nicht eine eigenartige Arbeitsweise unseres Gehirns hinzukäme, die darin besteht, sämtliche in einem Augenblicke oder in rascher Aufeinanderfolge gegebenen Eindrücke zusammenzufassen. Man nennt diese Kombinationsthätigkeit allgemein die Association, spricht aber gewöhnlich nur von Association der Vorstellungen, schränkt also die Bezeichnung, vielleicht aber auch die Sache selbst, auf das rein psychologische Gebiet ein.

Dass ein ganz allgemein gültiges Prinzip vorliegt, werden wir im folgenden sehen, und um Missverständnisse vermeiden, will ich das Wort „Association", das übrigens nicht zu den Zierden unserer wissenschaftlichen Sprache gehört, ganz vermeiden. Die Bedeutung der Zusammenziehung der Eindrücke werden einige Beispiele leicht erweisen. Ein Tier merkt sich mit Hilfe seines Gedächtnisses seine Futter- oder Wasserplätze, es lernt seine Feinde kennen u. s. w. Durch die einfache Aufbewahrung der Sinneseindrücke ohne ihre Zusammenfassung wäre das Tier dabei gar nicht gefördert. Den Weg zur Quelle kann es doch nur wiederfinden, wenn der eine Sinneseindruck immer das Erinnerungsbild des nächsten, das darauf gefolgt ist, als das Tier den richtigen Weg ging, hervorruft. Wir selbst finden uns auf ganz dieselbe Weise in den Strassen unserer Stadt, in unserer Wohnung zurecht. Jeder Sinneseindruck muss das Gedächtnisbild eines anderen, gewöhnlich damit verbundenen, hervorrufen, damit wir unser Ziel erreichen. Be-

merkt sei, dass dieser Vorgang ebenso gut mit wie ohne Teilnahme des Bewusstseins sich vollziehen kann, woraus schon hervorgeht, dass die Verschmelzung der Eindrücke ein physiologischer Vorgang ist.

Ein Beispiel von der Verschmelzung gänzlich gleichzeitiger Eindrücke bietet uns wieder die Sprache. Hört man das Wort „Zucker“ aussprechen, so wird, wie man gewöhnlich sagt, die Vorstellung des Zuckers damit erweckt und ebenso umgekehrt beim Anblick des Zuckers das Wort. Das letzte ist aber durchaus nicht immer der Fall, es fällt uns gar nicht ein, bei allem, was wir wahrnehmen, an seine Benennung zu denken. Beim Sprechen müssen wir an die Dinge, die wir benennen, stets denken, wenn wir nicht grade blosse Übungen unserer Sprachwerkzeuge treiben wollen. Die Kombination ist also in diesem Falle teilweise einseitig und das hat seine guten Gründe. Beim Sprechenlernen muss nämlich stets die Bezeichnung zusammentreffen und verschmolzen werden mit der Wahrnehmung des Gegenstandes, das Kind hört unzählige Male das Wort „Zucker“ gleichzeitig mit dem Eindrucke, den es von dem Gegenstande selbst empfängt, dagegen kann es den Zucker, seine Eigenschaften, seinen Gebrauch u. s. w. auch kennen lernen ohne das Wort „Zucker“ jemals zu vernehmen, und es lernt auch seinen Geschmack schon kennen, bevor es in der Sprache so weit fortgeschritten ist, dass es den Klang richtig gleichzeitig aufnimmt und damit verbinden kann.

Das Klangbild „Zucker“ in unserem Gedächtnisschatz könnte uns selbstverständlich nicht den geringsten Nutzen bringen, wenn es im Gehirn nicht vermöge des Kombinationsprinzips regelmässig mit den Erinnerungsbildern verbunden würde, die wir vom Zucker aus unseren sonstigen Wahrnehmungen geschöpft haben. Diese Verbindung könnte aber nicht stattfinden, wenn nicht die Erregungen selbst verschmelzen würden, ganz abgesehen von der Kombination der Gedächtnisbilder. Es muss der Eindruck des weissen Stückes Zucker mit dem Eindruck des gehörten Klanges „Zucker“ viele Male verschmolzen sein, und es muss nicht der einfache Sinneseindruck jeder für sich dem Gedächtnis einverleibt sein, sondern grade diese Zusammenfassung muss unser Gedächtnis vornehmlich aufbewahren, damit der eine Eindruck das Gedächtnisbild des andern hervorrufen kann. Denn darin allein besteht der Nutzen des Gedächtnisses.

Häufiger als ganz gleichzeitige Eindrücke müssen Reihen von schnell einander folgenden Wahrnehmungen verbunden werden. Darin liegt für das physiologische Verständnis keine besondere Schwierigkeit, denn die zu kombinierenden Eindrücke müssen einander so dicht folgen, dass die Erregungen, die der eine auslöst, noch nicht verklungen sind, wenn die neuen einsetzen. Auch hier bietet die Sprache wieder das lehrreichste Beispiel. Wir nahmen vorhin das Klangbild Zucker als ein-

heitlichen Eindruck, in Wirklichkeit liegt aber hier schon eine Verschmelzung einer Vielheit von Eindrücken vor, denn das Wort Zucker besteht aus mehreren Lauten, deren jeder physiologisch wieder durch Zusammenfassung verschiedener, diesmal aber wirklich gleichzeitiger Töne entsteht. Werden die einzelnen Laute etwas auseinandergezerrt, wie beim buchstabieren, so kommt die Verschmelzung nicht mehr zustande.

Wir sehen jetzt, welche ungeheure Bedeutung die Zusammenfassung der zusammenfallenden Eindrücke hat. Handelt es sich doch bei diesem Arbeitsprinzip nicht nur um die Verbindung der von den verschiedenen Sinnesorganen herkommenden Eindrücke, an die man bei dem Wort Association gewöhnlich denkt. Zunächst müssen die verschiedenen von demselben Organ gelieferten Wahrnehmungen zusammengefasst werden, und es ist natürlich im Wesen derselbe Vorgang, wenn die Eindrücke verschiedener gleichzeitig gesehener Gegenstände verschmelzen, wie wenn hiermit die Klänge unserer Sprache sich verbinden. Übrigens gehen zweifellos in die Kombination auch gewisse innere Vorgänge des Gehirns mit ein, und es besteht zum mindesten die Tendenz und meistens auch das Vermögen, in mehr oder minder vollkommener Weise sämtliche zeitlich und räumlich zusammenfallenden Eindrücke oder vielleicht sogar alle Gehirnerregungen zu kombinieren und zu einem Gesamteindruck zu vereinigen. Die Grenzen dieser Kombinationsthätigkeit sind leider noch gar nicht erforscht, die verbreitete rein psychologische Auffassung der hier in Betracht kommenden Hirnfunktion hat einer Fragestellung, die zu Resultaten führen könnte, bisher wohl hindernd im Wege gestanden.

Mit dem Gedächtnis zusammen hat sich die Fähigkeit der Kombination allmählich entwickelt, und sicherlich sind davon ebenso viele Stufen der Vollkommenheit in der Tierreihe erreicht, wie wir für das Gedächtnis annehmen müssen. Jedenfalls wirken beide Fähigkeiten stets zusammen, die eine ohne die andere hätte überhaupt keinen ersichtlichen Zweck für ihren Träger.

Jetzt können wir verstehen, was Übung des Gedächtnisses ist. Wir brauchen uns nur zu vergegenwärtigen, dass der eigentliche Nutzen der Gedächtnisarbeit in der Aufbewahrung der zeitlichen und räumlichen Zusammenhänge liegt, und dass jeder Zusammenfall gleichzeitiger Eindrücke sich dem Gedächtnis um so fester einprägt, je häufiger sich dieselbe Kombination wiederholt hat. Dass das Wort Zucker mit dem so benannten Dinge zusammengehört, behält das Kind erst nach vielen Wiederholungen der gleichzeitigen Wahrnehmung des Wortes und des Gegenstandes, dann aber sitzt auch diese Kombination im Gedächtnis so fest, dass sie unter normalen Verhältnissen nicht wieder verloren geht.

Damit ist die Bedeutung des Gedächtnisses aber nicht etwa überschätzt, sondern noch lange nicht erschöpft. Bei einigem Nachdenken muss es jedem deutlich werden, dass unser ganzes Wissen, vom alltäglichsten begonnen bis zur schwierigsten Fachausbildung in erster Linie unserem Gedächtnis zu danken ist. Wir pflegen nur zwischen Wissen und Sicherinnern einen sprachlichen Unterschied zu machen, indem wir das Wiederauftauchen von selteneren Kombination mit Erinnern, häufig wiederholte Verbindungen mit Wissen bezeichnen. Ich erinnere mich, dass die Tinte schwarz ist, wäre sprachlich falsch, aber physiologisch ist es ebenso gut eine Erinnerung an vorhergegangene, dem Gedächtnis einverleibte Eindruckskombinationen, wie die Erinnerung an ein weit zurückliegendes Erlebnis.

Die Erinnerung, das Wiederauftauchen der Gedächtnisbilder findet nur statt durch Vermittelung der Kombination der gleichzeitigen Eindrücke. Wiederholt sich ein Bestandteil einer Kombination, die als ganzes dem Gedächtnis einverleibt worden ist, so taucht das Erinnerungsbild der ganzen Kombination auf. Ich erkenne eine Melodie wieder, heisst nichts anderes, als die ersten Töne rufen in mir das Gedächtnisbild der folgenden hervor, vielleicht auch das des Textes oder der Umstände, unter denen die Melodie gehört wurde. Ich erkenne einen Menschen wieder, wenn sein Anblick in mir das Gedächtnisbild einer Reihe von Kombinationen oder wenigstens einer solchen hervorruft, in die sein Bild als Bestandteil eingegangen ist. Ich habe den Menschen unter den und den Umständen schon gesehen.

Die Dinge, Personen und Erlebnisse, die sich fortwährend wiederholen, die wir sehr genau kennen, und deren Auftauchen im Gedächtnis wir gar nicht erinnern, sondern wissen und kennen nennen, haben in ungezählten Wiederholungen Gedächtnisspuren in uns hinterlassen, und die Folge davon ist, dass wir, so vertraut wir mit ihnen sind, sie in gewissem Sinne doch gar nicht so genau kennen, wie seltener einwirkende Eindrücke. Wir können uns nämlich nur der wenigsten Kombinationen, in die solche sich täglich wiederholenden Eindrücke eingehen, mit vollkommener Treue erinnern. Eines Kollegen aus meiner Studienzeit erinnere ich mich stets, wenn ich den Abdruck eines Madonnenbildes sehe, der in seinem Zimmer hing und meine Verwunderung erregte, und zwar steht mir jedesmal die ganze Situation mit voller Deutlichkeit vor Augen. Ohne die Madonna weiss ich gar nicht, wie die Person aussah, ich denke gar nicht an sie, wenn ich nicht das Bild sehe. Hier habe ich eine treue Erinnerung einer Kombination mit vielen ganz deutlichen Einzelheiten.

Hätte ich mit demselben Kollegen länger verkehrt, so wäre wahrscheinlich das Gedächtnisbild jener Kombination verloren gegangen. Der Verlust der Erinnerungsbilder, das Vergessen, geschieht durchaus

nicht, wie vielfach behauptet wird, stets in gleicher Weise. Man denkt beim Vergessen meist an das Schwinden der Gedächtnisbilder durch ihr Alter. Dabei unterschätzt man aber ihre Dauer, sie sind sehr viel schwerer zerstörbar, als dass daraus das schnelle Vergessen der meisten Eindrücke erklärt werden könnte, und wenn man ihnen nicht grade eine in sehr weiten Grenzen schwankende Lebensdauer zuerkennen will, muss man sich nach andern Ursachen des Vergessens umsehen. Jedermann erinnert sich gelegentlich an Erlebnisse, die viele Jahre zurückliegen, und die vollständig im Gedächtnisschatz geruht haben, ohne inzwischen durch Erinnerung aufgefrischt zu sein. Wenn ich heute meine Geburtsstadt besuche, die ich 10 Jahre nicht gesehen habe, so werde ich mich bei jedem Schritt einer Unmenge von ganz treu dem Gedächtnis einverleibten Erlebnissen erinnern, die mindestens die letzten 10 Jahre ganz im Gedächtnisschatz geruht haben, und zwar deshalb, weil der normale Anstoss zum Erinnern gefehlt hat. Denn nur durch Empfang eines Eindrucks, der einen Teil jener alten Kombination ausmacht, können die Bilder erweckt werden. Ein solcher Bestandteil ist gegeben, wenn ich die Örtlichkeiten wiedersehe, in denen sich jene Erlebnisse zugetragen haben.

Solche Beispiele beweisen doch unzweifelhaft, dass die Gedächtnisbilder sehr langlebig sind, viele sind gewiss fast so ausdauernd wie wir selbst, sie tauchen nur deswegen nicht auf, weil kein Bestandteil der Kombination neu einwirkt. Solche Eindrücke sind natürlich nicht vergessen, sie tauchen prompt zur gegebenen Stunde auf, ihre Stunde kann aber nur kommen, wenn sich irgend ein Teil der Kombination wiederholt. Selbstverständlich soll damit nicht geleugnet werden, dass die Gedächtnisbilder durch ihr Alter eine gewisse Abschwächung erfahren, nur kann dies Moment nicht ausreichen, um das Vergessen der meisten Eindrücke, die wir empfangen, zu erklären.

Eine Person nun, an die ich Jahrelang nicht gedacht habe, weil sich kein Anstoss dazu bot, habe ich überhaupt nicht vergessen. Was ich dagegen wirklich vergessen habe, das sind unzählige Kombinationen, in die als Bestandteil der Eindruck einer anderen Person eingegangen ist, mit der ich täglich verkehrt habe. Wenigstens ist der Eindruck der Person nicht mehr imstande, die Erinnerung an die einzelnen Kombinationen, zu denen sie gehört, auftauchen zu lassen. Andere Bestandteile sind dazu eher imstande, und zwar wenn es solche Eindrücke sind, die nur ein oder wenige Male in eine Kombination eingegangen sind, zu der auch das Bild der Person gehört. Dieses Beispiel macht das Prinzip, das hier in Betracht kommt, schon klar.

Die wichtigste Ursache des Vergessens ist danach nicht das Altern der Gedächtnisbilder, sondern ihre Gleichartigkeit. Je zahlreicher die Kombinationen sind, in die ein Eindruck eingeht, um so schwieriger

wird es, die einzelnen Erlebnisse auseinander zu halten, zu deren Bestandteilen der Eindruck gehört. Die Personen und Dinge, die wir täglich um uns sehen, gehen in eine Unzahl von Kombinationen ein, deswegen kann ihr Anblick nicht dazu geeignet sein, die Erinnerung an bestimmte Ereignisse wachzurufen. Das Gedächtnisbild, das sie unter ganz bestimmten Verhältnissen hinterlassen haben, kann dagegen in voller Deutlichkeit erweckt werden, aber nur wenn ein andrer Bestandteil der Kombination neu einwirkt, der nur bei wenigen Bildern zusammen mit dem Eindruck der Person vorkommt. Hier ist die Kombination auch wieder nicht vergessen. Das gewöhnliche ist doch aber, dass alle äusseren Umstände sehr ähnlich sind, sich sogar bis auf die Abweichungen der Zeitumstände fast decken. Dann ist eine Wiedererweckung nicht mehr möglich, das Gedächtnisbild ist aufgegangen in eine Unzahl von gleichartigen Kombinationen, und die einzelne Kombination thatsächlich vergessen.

Deswegen sind aber diese Eindrücke nichts weniger als verloren. Grade die alltäglich einwirkenden Bilder dienen uns ja dazu, die gebräuchlichsten Kenntnisse zu erwerben, deren wir fürs Leben am meisten bedürfen. Ich habe gewiss schon tausend Hunde gesehen, und doch erinnere ich mich im Augenblicke ganz deutlich nur eines einzigen, dessen nämlich, der mich vor 25 Jahren in die Wade gebissen. Der Bestandteil der Kombination „Biss in die Wade“ kann, da er ein ganz vereinzelter Eindruck ist, die ganze Kombination, zu der er gehört, die Stelle, an der das Ereignis stattfand, die Leute, die dabei waren, und besonders das Bild des Hundes in voller Deutlichkeit wachrufen. Sind nun aber die Erinnerungsbilder aller übrigen Hunde etwa verloren? Sie haben doch alle zusammenwirken müssen, damit ich weiss, was ein Hund ist, die Gedächtnisspuren sind also aufbewahrt worden, wenn es auch nicht mehr möglich ist, die einzelnen Kombinationen, zu denen sie gehören, wieder auftauchen zu lassen. Aber mit ihrer Hilfe werden Begriffe usw. gebildet, unser ganzes Thun beruht auf der Verfügung über diese Gedächtnisarbeit des Tages.

Wie die Fähigkeit des Gehirns die gleichartigen Eindrücke miteinander zu verbinden, für die Erlernung von Bewegungen nutzbar gemacht wird, bedarf jetzt nur noch eines Hinweises. Wir haben ja gesehen, wie ein fortwährendes Vergleichen stattfindet zwischen den gestellten Zielen und den durch die Impulse erreichten Erfolgen. Selbstverständlich werden die Eindrücke fortwährend kombiniert, und es findet im Gedächtnis eine Aufbewahrung der Kombination von Ziel und Bewegungsimpuls statt. Ungezählte Male muss eine Bewegung versucht werden, ehe sie mit einiger Vollkommenheit ausgeführt wird, und von jedem Versuch bleiben Gedächtnisspuren haften, es bilden sich Verbindungen von gestellten Zielen und erreichten Bewegungserfolgen, und

aus einem reichen Gedächtnisschatz von ausgeführten Thätigkeiten werden bei neuem Bedarf für neue Aufgaben, Erinnerungen gewissermassen als Ratschläge dem Gedächtnisschatz entnommen, um sie, so gut es der neue Zweck erlaubt, zu verwerten. Der eine Bestandteil der Kombination, das Ziel der Bewegung, ruft den andern, den notwendigen Impuls für die Muskeln, als Erinnerung wach. Da wir fortwährend erlernte Bewegungen ausführen, so sehen wir, wie dem Gedächtnis fortwährend Erinnerungen entnommen werden müssen, ebenso wie ihm unaufhörlich Eindrücke übermittelt werden.

Das Vergessen einmal gut eingeübter Bewegungen hat, wie nach dem vorhergehenden zu erwarten, nur eine sehr geringe Bedeutung. Noch niemand hat das Schwimmen während des Winters verlernt. Wir verlernen nur leicht die vielen Einzelbewegungen, die einer verwickelten Thätigkeit angehören, wenn eine gewisse Ähnlichkeit der einzelnen Bestandteile vorliegt. Beim Spielen eines Instrumentes lassen sich dafür leicht Beispiele finden. Dass aber deswegen die vielen Wiederholungen ähnlicher Bewegungen ebenso wenig verloren sind, wie die Gedächtniseindrücke vieler ähnlicher Gegenstände, das leuchtet ein. Sie müssen alle zusammenwirken, um die Ausbildung der Zielbewegungen zu fördern, denn das kann nur geschehen durch die Anhäufung eines ungeheuren Gedächtnismaterials, dessen Vorhandensein unserem unmittelbaren Bewusstsein freilich ganz entgeht. Die Bedeutung der unbewussten Arbeit unseres Gedächtnisses wird nun aber wohl dem Leser klar geworden sein, und wir wollen jetzt nur noch für die rein physiologische Funktion des Gedächtnisses auch nach einer physiologischen Erklärung suchen.

Versuch einer physiologischen Erklärung des Gedächtnisses.

Dass es eine physiologische Erklärung des Gedächtnisses geben muss, dass also die Arbeit des Gedächtnisses von Nervenelementen, sei es nun in allen, oder in bestimmten Teilen des Gehirns, in irgend einer Weise versehen wird, darf wohl jetzt als selbstverständliche Voraussetzung hingestellt werden. Die Thatsache, dass Gedächtnisausfälle bestimmten Zerstörungen im Gehirn folgen, ist übrigens ein ausreichender Beweis für diese Voraussetzung.

In welche Elemente des Gehirns aber das Gedächtnis zu verlegen ist, dafür haben wir nur wenig brauchbare Anhaltspunkte. Wir haben zwar bei dem Beispiel der Sprache gesehen, dass die Erregungen aus dem Sinnesorgan von einer Stelle des Gehirns in Empfang genommen werden, aus der sie erst, wahrscheinlich etwas verarbeitet und umgeschaltet, einer zweiten Stätte zuströmen, in der wir den Sitz von Gedächtnisbildern mit Sicherheit annehmen müssen. Man kann jedoch

meines Erachtens der ersten Aufnahme-Stätte nicht ohne weiteres die Gedächtnisfähigkeit absprechen. Wir wissen nur, dass von hier aus die Erregungen erst der Stätte des Sprachgedächtnisses zuströmen. Ob aber nicht schon vorher Spuren haften bleiben, darüber können wir so lange nichts aussagen, als wir nicht wissen, wie sich die Gedächtnisarbeit überhaupt vollzieht, also auch nicht, wie sie sich verteilt.

Wenn wir mit Sicherheit behaupten können, dass die Gedächtnisspuren in irgend einer Weise in Gehirnelementen niedergelegt sind, so ist das aber bei Leibe nicht so zu verstehen, dass etwa für jedes Gedächtnisbild eine oder mehrere bestimmte Nervenzellen bereit liegen, die sich gelegentlich damit beladen, es nun für alle Zeit festhalten und damit ihren endgültigen Inhalt empfangen haben. Niemals ist die Sache so dargestellt worden, trotzdem findet der Anatom in den Büchern der Psychologen zu seinem Erstaunen ausführliche Widerlegungen der Ansicht, dass jede „Vorstellung“ in einer Nervenzelle sitze. Sehen wir schon von der Vermengung von Vorstellung und Gedächtnisspur ab, so bleibt die Idee, dass jede Nervenzelle vielleicht in der Art eines lichtempfindlichen Papiers ein bestimmtes Gedächtnisbild aufnimmt, immer noch so komisch, dass man in ihrem Urheber einen Spassvogel vermuten möchte. Wenn behauptet wird, dass die Gedächtnisspuren in den Nervenzellen sitzen, so sagt man damit doch noch lange nicht das, was die Psychologen mit so viel Aufwand widerlegen wollen.

Man bedenke doch nur, welche bescheidene Rolle überhaupt das einzelne Element im Haushalt unseres Nervensystems spielt. Wenn wir ein einziges Wort vernehmen oder einen Gegenstand sehen, so strömt die Erregung in hunderten oder vielleicht gar tausenden von Nervenfasern gleichzeitig in unser Gehirn. Dort wird bei den mannigfachen Umschaltungen der Vorgang durchaus nicht vereinfacht, sondern je weiter die Erregung von einer Schaltstätte zur andern schreitet, um so mehr Elemente beteiligen sich zunächst an dem Prozess. Bei der Entstehung eines Bildes müssen sicherlich tausende von Nervenelementen zusammenwirken und selbstverständlich sind auch ebensoviele bei seiner Aufbewahrung im Gedächtnis beteiligt. Das Zusammenwirken der Elemente bei Entstehung verwickelter Bilder kann gar nicht kompliziert genug gedacht werden, dieselben Zellgruppen müssen in mannigfachster Gruppierung zusammenarbeiten, um so verschiedene Wirkungen zu erreichen, wie wir vorkommen sehen.

Die Zahl der Zellen des Nervensystems beträgt übrigens nicht weniger als 2—3 Tausend Millionen. Wenn also ein Gedächtnisbild auch in tausenden von Zellen gleichzeitig aufbewahrt wird, so ist doch Platz genug für zahlreiche Bilder vorhanden, selbst wenn man sich die Aufbewahrung ähnlich kindlich vorstellen sollte, wie bei der oben erwähnten Einzellen-Theorie. Nun haben doch aber viele Bilder mit-

einander eine grosse Anzahl Bestandteile gemeinsam, und dann müssen sich selbstverständlich auch in den Gedächtniszellen die Bilder zum Teil decken. Wenn ich jetzt aus meinem Federhalter die Feder herausziehe, soll dann etwa das Gedächtnisbild des Halters ohne Feder lauter andre Zellen einnehmen, als das mit der Feder?

Das Gedächtnisbild zweier ähnlicher Gegenstände nimmt natürlich eine grosse Anzahl Zellgruppen gemeinsam ein, und jedes belegt ausserdem noch einige Hirnzellen für sich, die aber selbstverständlich zugleich bei der Aufbewahrung unzähliger andrer Bilder beteiligt sein können. In welcher Weise im einzelnen die Erregungen, und damit auch die bleibenden Spuren, welche die Eindrücke hinterlassen, sich verteilen mögen, dafür ist es allerdings bei unserem heutigen anatomischen Wissen nicht möglich, auch nur die ersten Anhaltspunkte zu finden. Es fehlt uns vorläufig noch jede Kenntnis der Schaltungsweise der Nervenelemente zueinander im einzelnen. Wir wissen, dass jedes Element vermöge der vielen Teiläste seines Nervenfortsatzes mit zahlreichen anderen Zellen in Verbindung treten muss, aber nach welchem Prinzip die Ausstrahlungen der Erregungen stattfinden mögen, wie sich also die Erregungen umschalten, dafür grade fehlt uns jeder Anhalt, und da bei jedem nervösen Vorgang eine überaus grosse Anzahl von Elementen mitwirken muss, ist die Sache so ausserordentlich verwickelt, dass es nicht möglich ist, durch schematische Darstellungsversuche die Verhältnisse sich näher zu bringen.

Damit verzichten wir, wie der aufmerksame Leser bereits bemerkt haben wird, auch auf den Versuch, die Kombination der Eindrücke zu erklären. Diese Arbeitsweise kann natürlich nur beruhen auf einer bestimmten Schaltungsweise der Nervenelemente untereinander. Damit die eigenartige Zusammenfassung der Einzeleindrücke zustande komme, müssen die Erregungen selbst in irgend einer Weise umgeschaltet werden, wie das aber im einzelnen geschehen mag, darüber kann man sich nur dann ein Bild zu machen versuchen, wenn man die Verhältnisse für die Betrachtung sehr weit vereinfacht. Mir kommt es aber gerade darauf an, die ungeheure Kompliziertheit der Vorgänge recht hervortreten zu lassen. Es genügt auch für unsere Aufgabe, festzustellen, dass die Verschmelzung der Erregungen unbedingt ein physiologischer Vorgang sein muss, der sich aus einer eigenartigen Schaltung der Nervenelemente erklären muss.

Zu warnen ist nur davor, sich die Zusammenfassung etwa im Sinne der oben charakterisierten Einzellentheorie vorzustellen. Die Erregungen müssen im Gehirn, je weiter sie sich von den Sinnesstätten fortsetzen, immer mehr Elemente ergreifen. Die Verschmelzung wird freilich nur in dem Sinne erfolgen können, dass nach mehrfachen Umschaltungen ein Teil der gleichzeitigen Erregungen von verschiedenen Seiten denselben

Elementen zuströmt, aber daneben mag die Erregung in zahllosen anderen nicht identischen Elementen gleichzeitig ablaufen. Dabei erhebt sich noch eine Frage. Wird dem Gedächtnis das bereits zu einer Kombination zusammengezogene Bild, also die Erregung nach der gedachten Umschaltung übergeben, oder bewahrt es die einzelnen Teile gesondert? Da wir gesehen haben, dass gerade die Aufbewahrung der zeitlichen und räumlichen Zusammenhänge im Gedächtnis den Nutzen der ganzen Einrichtung ausmacht, so muss jedenfalls ein Teil der Gedächtnisarbeit erst nach der Umschaltung einsetzen.

Man wird aber die Frage nach dem Sitz des Gedächtnisses nicht mehr so eindringlich stellen, wenn man sich nur erst einmal von dem Gedanken eines haften bleibenden Bildes losmacht. Im Gehirn giebt es keine Bilder oder ähnliche Dinge, da giebt es nur Erregungen und Spannungszustände der Nervenelemente, und die Gedächtnisfunktion kann in nichts anderem bestehen, als in der Aufbewahrung von physiologischen Erregungszuständen in irgend einer Form. Hat man sich das erst einmal klar gemacht, dann wird man nicht immer fragen, „wo sitzen die Gedächtnisbilder.“ Ebenso gut wie in einer Gedächtnisstätte für ein bestimmtes Sinnesorgan tausende von Nervenelementen die Erregungen, die ein Eindruck verursacht, gleichzeitig empfangen und aufbewahren, mögen sich an der Aufbewahrung einer Kombination zahllose Elemente beteiligen, die in den verschiedensten Hirnregionen liegen. Auch spricht gar nichts gegen die Annahme, dass die Aufbewahrung auch verteilt sein mag über mehrere Stationen, denen erst nacheinander die Erregungen zuströmen. Die Einheitlichkeit des Bildes für das Bewusstsein darf nicht schliessen lassen auf einen einheitlichen oder auch nur ganz gleichzeitigen Erregungsvorgang im Gehirn.

Wir lassen also die Frage nach dem Sitz des Gedächtnisses auf sich beruhen, da nicht genügend Anhaltspunkte gegeben sind, um den einen Schaltstätten die Gedächtnisfähigkeit abzusprechen und sie den anderen zuzusprechen, und da eine Verteilung der Arbeit auf viele Stätten ebenso gut denkbar ist, als die Annahme einer engen Beschränkung. — Unsere Aufgabe besteht also nicht darin zu untersuchen, welche Zellgruppen das Gedächtnis vermitteln, sondern welche Eigenschaft die Nervenelemente, die damit betraut sind, dazu befähigt, die sogenannten Gedächtnisspuren aufzubewahren und zur rechten Zeit wieder aufleben zu lassen.

Die Vorstellung von der Funktionsweise der das Gedächtnis vermittelnden Elemente, welche im folgenden vorgetragen werden soll, schwebt mir bereits seit 6—8 Jahren vor, und ich habe so lange zu verfolgen gesucht, ob alle Thatsachen, die ich kennen lernte, sich mit meiner Hypothese vereingen lassen. Das schien mir stets der Fall zu sein, und

damit wäre der wichtigste Anspruch an einen Erklärungsversuch erfüllt, der selbstverständlich nur eine Hypothese sein soll. Ich komme mit einer einzigen Hilfsannahme aus, im übrigen gründet sich mein Erklärungsversuch auf bekannte physiologische Erscheinungen. Wenn ich noch betone, dass die Hypothese auch eine allmähliche Ausbildung des Gedächtnisses aus niederen Formen erklärbar erscheinen lässt, so wird das Wagnis, mit einem Erklärungsversuch hervortreten, für dessen experimentelle Begründung nichts beizubringen ist, wohl hinreichend entschuldigt erscheinen.

Ich gehe von bekannten, dem Gedächtnis ähnlichen Erscheinungen aus. Eine solche trafen wir bei Betrachtung der Physiologie der Übung. Wir sahen, dass durch fortgesetzte Übung ein leichterer Ablauf der Thätigkeit bewirkt wird, der mit einer Erhöhung des Spannungszustandes in den beteiligten Zellgruppen erklärt werden musste. Eine gewisse Ähnlichkeit mit der Gedächtnisarbeit ist dieser Erscheinung wohl nicht abzusprechen. In beiden Fällen lässt ein nervöser Vorgang eine Spur zurück, die sich bei Wiederholung des Reizes hier in Verstärkung, dort in neuem Ablauf des ganzen Vorgangs äussert. Dass die Ähnlichkeit nur entfernt ist, sei zugegeben, sie beruht aber, physiologisch gedacht, wenigstens darin, dass in beiden Fällen von den nervösen Erregungen etwas zurückbehalten wird. Bei der Übung führt dieser zurückbleibende Teil der Erregungen zu einer Erhöhung der Spannung in den Nervenelementen.

Wenn wir im Auge behalten, dass es im Nervensystem an physiologischen Erscheinungen nichts weiter giebt, als Erregungsvorgänge und Spannungszustände, so wird die Annahme, dass auch die Gedächtnisfunktion in irgend einer Weise durch Veränderung oder Entstehung von Spannungszuständen vermittelt wird, sich von selbst ergeben. Das wird besonders deutlich, wenn wir zu dem Ausgangspunkt unserer Betrachtung zurückkehren, und wieder den Gegensatz von ererbter und erlernter Bewegung ins Auge fassen. Werfen wir einmal die Frage auf, wie sich die beiden Arbeitsweisen unterscheiden, wenn wir nur die physiologischen Erscheinungen, also den Ablauf der Erregungsvorgänge verfolgen. Bei der ererbten Bewegung ruft der Reiz direkt die Bewegung hervor, es bleibt von der Erregung nichts im Nervensystem zurück. Beim Menschen folgen dagegen auf die meisten Reize überhaupt nicht sofort Bewegungen, der allergrösste Teil der Eindrücke wird vielmehr dem Gedächtnis einverleibt. Die Reize, oder vielmehr die durch sie hervorgerufenen nervösen Erregungen bleiben also im Gehirn, es wird ihre Energie zurückgehalten. Das kann aber selbstverständlich nicht anders geschehen, als indem Bewegung in Spannung übergeht. Die Gedächtnisarbeit muss also bestehen entweder in einer Änderung oder Schaffung von Spannungszuständen in gewissen Nervenelementen.

Die Änderung eines Spannungszustandes haben wir bei der Übung kennen gelernt, wir sahen durch Wiederholung einer Erregung eine Erhöhung der Spannung in den beteiligten Zellgruppen zu stande kommen. Ein solcher Vorgang kann aber das Gedächtnis nicht vermitteln, denn der ganze Gedächtnisinhalt wird ja erst im Leben erworben und eine Spannungserhöhung in bestimmten Zellgruppen kann deshalb als Vermittler des Gedächtnisses nicht gedacht werden. Anders aber die Schaffung eines noch nicht vorhandenen Spannungszustandes. Würden Zellen vorhanden sein, die zunächst keine Spannung aufweisen, die vielmehr einen Spannungszustand erst dadurch erhalten, dass ihnen von aussen Erregungen zufliessen, so wäre die Möglichkeit gegeben, dass Erregungen in einer Weise aufbewahrt werden, dass bei Wiederholung des Eindruckes, der sie hervorrief, sich ein Teil der beim ersten Male dem Eindruck gefolgten nervösen Vorgänge ebenfalls wiederholt. Halten wir uns nun die Arbeitsweise des Gedächtnisses vor Augen, die Bedeutung der Verschmelzung gleichzeitiger Eindrücke für das Wiederauftauchen der Gedächtnisspuren, so wird sofort klar, wie viel die obige Annahme zur Erklärung der Gedächtnisfunktion beitragen kann.

Ich nehme also an, dass die der Gedächtnisfunktion dienenden Nervenelemente eine Arbeitsweise haben, die nur darin von der der anderen Nervenzellen abweicht, dass bei ihnen ein Spannungszustand nur entsteht, wenn sie Erregungen von aussen empfangen. Dass den Nervenelementen überhaupt ein gewisser Spannungszustand zukommt, das wissen wir bestimmt aus allen physiologischen Thatsachen. Der Ablauf der zentralen nervösen Vorgänge erfolgt stets derart, dass ohne die Annahme der Möglichkeit, Ladungen von Energie anzuhäufen und diese auf die Reize hin in Form von Entladungen abzugeben, eine Erklärung der Funktionen des Nervensystems ausgeschlossen ist. Dass wir über die Art der Kraftanhäufung nichts auszusagen wissen, darf uns dabei nicht bekümmern. Vorläufig fehlt es auch der Physik, die auf Schritt und Tritt mit der Annahme gebundener Energien arbeiten muss, fast überall an ausreichendem Verständnis des Vorganges, und in unserem Falle liegt wahrscheinlich eine chemische Bindung vor, die wir uns ganz gut erklären könnten.

Nun nehme ich an, dass die das Gedächtnis vermittelnden Elemente ihren Spannungszustand nicht allein durch Vermittelung des Stoffwechsels aus inneren Ursachen erhalten, sondern nur unter dem Einfluss von Erregungen, die ihnen von aussen her als Reize zuströmen, imstande sind, in einen Spannungszustand zu geraten, der zur Entladung führen kann, dass also die ersten Erregungen in ihnen keine Entladungen bewirken können, dass vielmehr die ersten Reize, die ihnen zuströmen, nur in Form von Spannungen aufbewahrt werden, bis die Spannung den Grad erreicht hat, dass durch neue Reizung, also durch Wiederholung desselben Eindrucks, eine Entladung erfolgen kann.

Aufbewahrung und Wiedererweckung von Gedächtnisspuren wären damit zu erklären, ohne dass zu Annahmen gegriffen werden brauchte, die allzuweit von dem abweichen, was wir über die Funktionsweise der Nervenelemente sonst wissen oder wenigsten vermuten müssen. Man beachte nur, dass erstens das Vorhandensein eines Spannungszustandes in jedem Element, welches die Erregung weiter geben soll, eine allgemein anerkannte Forderung ist, denn die Fortpflanzung der Erregungen geschieht in Form von Entladungen. Um solche zu erklären, müssen aber Spannungszustände vorausgesetzt werden. Zweitens kennen wir Schwankungen dieses Spannungszustandes bei allen Nervenzellen in den Zuständen der Ermüdung und verschiedener Vergiftungen. Wir wissen also, dass die Spannung sich in der Intensität verändert. Drittens wissen wir, oder haben wenigstens gute Gründe anzunehmen, dass unter dem Einfluss der Reize allgemein eine Erhöhung des Spannungzustandes eintritt, wie ich bei Besprechung der Physiologie der Übung erläutert habe. Von hier aber bis zu der Annahme eines Spannungszustandes, der durch den Reiz nicht verstärkt, sondern erst geschaffen wird, ist doch wahrhaftig nur ein sehr kleiner Schritt. Und wenn diese Annahme geeignet ist, auf die Arbeitsweise einer so wichtigen, bisher ganz unaufgeklärten Funktion, wie das Gedächtnis, einiges Licht zu werfen, so ist wohl die Berechtigung gegeben, sie zum mindesten als Hilfshypothese im Auge zu behalten und zu verfolgen, wie weit durch sie die Erklärung der Erscheinungen gefördert werden kann.

Auf die Ähnlichkeit der früher besprochenen Erscheinung bei der Übung mit denen des Gedächtnisses ist bereits hingewiesen worden, und daraufhin wurde das Gedächtnis von einigen Physiologen als allgemeine Eigenschaft der Organismen oder der organisierten Substanz angesprochen. Nun ist freilich das Gedächtnis in seinem Wesen doch grundverschieden von der einfachen Verstärkung der Erregbarkeit durch Ausübung der Funktion, aber der Gedanke, dass von dieser Erscheinung bei dem Versuch einer Erklärung der Gedächtnisfunktion ausgegangen werden müsse, ist schon ausgesprochen, und um so mehr glaube ich auf dem richtigen Wege zu sein. Meine Annahme entfernt sich gar nicht so sehr von den allgemein anerkannten Thatsachen, es gelingt aber, durch sie den Wesensunterschied zwischen Gedächtnis und Funktionsverbesserung durch Übung mit einem Schlage ins rechte Licht zu rücken. Hier bewirken die Reize eine Verbesserung der Erregbarkeit, dort werden die Reize ganz und gar aufbewahrt, was ist da naheliegender als die Annahme, dass wenn hier die Reize den Spannungszustand erhöhen, sie ihn dort überhaupt erst hervorrufen?

Dabei wird die Rolle des Stoffwechsels für die Erzeugung des Spannungszustandes in den Gedächtniszellen gar nicht so sehr anders gedacht als bei den anderen Zellen. Freilich erzeugen diese ihren

Spannungszustand von selbst, aber auch sie brauchen die Reize, die sie zum Funktionieren veranlassen, um sich auf der Höhe des Spannungszustandes erhalten zu können. Der Reiz wirkt also ganz offenbar auf die Bildung der Spannkräfte ein, und der Schritt zu den nur unter der Wirkung des Reizes Spannung erzeugenden Zellen ist gar nicht sehr gross. Den Stoffwechsel brauchen die Zellen, die die Erregungen zurückhalten, natürlich auch. Denn es kann keine Rede davon sein, dass die Erregungen etwa nur in derselben Stärke einfach zurückbehalten werden, in der sie den Zellen zuströmen. Dazu reichen die ausserordentlich geringen Kraftmengen, die durch die Sinnesorgane einströmen, gar nicht aus. Vielmehr wirkt die Erregung als Reiz ein, um einen Spannungszustand zu erzeugen, der von vielerlei Momenten abhängig ist, nicht zum wenigsten von dem Zustand des Stoffwechsels in den Zellen. Im Zustand der Erschöpfung werden deswegen Gedächtnisspuren viel schwerer aufgenommen als in erholtem Zustande.

Andererseits aber ist die Thatsache beachtenswert, auf die bisher noch gar nicht hingewiesen zu sein scheint, dass das Auftauchen des Erinnerungsbildes sehr wenig durch Ermüdung zu beeinflussen ist. So sehr die Aufnahme der Eindrücke unter der Ermüdung leidet, so wenig scheint das Umgekehrte der Fall. Das aber würde sich aus der angenommenen Arbeitsweise der Gedächtniszellen sofort erklären. Das Wiederauftauchen der Bilder wäre ja vom Stoffwechsel kaum abhängig, die Zellen geben ja dabei die Erregungen von sich, die sie früher, in nicht ermüdetem Zustande, aufgehäuft haben, und dazu sind sie zu jeder Zeit bereit, die augenblickliche Erschöpfung des Organs kann darauf keinen Einfluss haben.

Einigermassen mag aber der durch den Aussenreiz erhaltene Spannungszustand auch weiterhin vom Stoffumsatz abhängen, und in langen Zeiträumen mag er sich unter diesem Einfluss wohl abschwächen. Damit wäre ein Vergessen durch das Altern der Gedächtnisspuren zu erklären. Ich habe aber bereits darauf hingewiesen, dass dieses Vergessen jedenfalls keine grosse Bedeutung haben kann.

Ganz befriedigend erklärt die entwickelte Annahme die Vorgänge bei der Erlernung einer Thätigkeit. Die ersten Reize, die geeignet wären, ererbte Bewegungen auszulösen, wirken, wo erlernte Thätigkeiten in Betracht kommen, zunächst nach aussen hin gar nicht. Sie werden vollständig im Centralnervensystem zurückbehalten, sie bringen nur Gedächtnisinhalt hervor. Nach mehr oder weniger zahlreichen Wiederholungen fangen sie erst an, auf den Bewegungsmechanismus einzuwirken, der Spannungszustand ist inzwischen in den eingeschalteten, mit Gedächtnisfunktion betrauten Zellen so weit gestiegen, dass Entladungen eintreten.

Es bedarf freilich kaum eines Hinweises darauf, dass in der Wirklichkeit die Dinge viel verwickelter sind. Überall sind Nebenschaltungen vorhanden, was sich schon darin äussert, dass derselbe Reiz gleichzeitig eine ererbte Bewegung, etwa einen Reflex auslösen, und andrerseits Gedächtnisinhalt hervorbringen kann. Hier hat sich die Erregung nach zwei Seiten hin fortgepflanzt und trifft nur auf einer Seite auf erst zu ladende Zellen. Viel schwieriger aber wird ein Verständnis, wenn wir erst die höheren, d. h. die allerverwickeltesten Leistungen betrachten wollten, bei denen dem Gedächtnis die Hauptthätigkeit zufällt. Die Schwierigkeiten, auf die wir dabei stossen, beruhen aber, wie sich bei näherem Zusehen ergiebt, sämtlich darauf, dass wir die Arbeitsweise des Gehirns bei der Kombination der Eindrücke nicht kennen. Die Gedächtnisarbeit an sich, die doch nur in der Aufbewahrung von Erregungen besteht in einer Gestalt, dass neue gleichartige Eindrücke, d. h. Erregungen derselben Elemente die früher damit verbundenen wieder aufleben lassen, diese Thätigkeit erklärt meine Hypothese schon ganz gut, die Schwierigkeit liegt nur in der Frage der Schaltung der Elemente.

Durchaus unfruchtbar erweist sich aber auch beim Eingehen auf diese Frage meine Annahme nicht. Wir haben gesehen, dass der Wert des Gedächtnisses für seinen Träger nur in der Aufbewahrung der zeitlichen und räumlichen Zusammenhänge liegt, und thatsächlich werden bei den meisten Menschen auch die Zusammenhänge besser aufbewahrt als die Einzelbilder. Können wir nun auch die Schaltung bei der Zusammenfassung nicht im einzelnen verfolgen, so können wir doch annehmen, dass dabei gewissen Zellgruppen die Erregungen gleichzeitig von 2 Seiten aus zuströmen müssen. Denken wir uns nun diese Zellgruppen als Gedächtnis vermittelnde Elemente, so ergäbe sich bei Annahme meiner Hypothese, dass in ihnen die Ladung durch die äusseren Reize von 2 Seiten aus gleichzeitig erfolgen wird. Dass dadurch die Ladung bei Annahme gleich starker zuführender Fasern und sonstiger gleicher Bedingungen stärker ausfallen wird, als in den von nur einer Seite geladenen Zellen, ist einleuchtend. Wiederholt sich nun einer der beiden im ersten Falle gleichzeitig einwirkenden und zusammengefassten Reize, so findet er in den Zellgruppen, die zuerst von 2 Seiten geladen wurden, eine sehr erhebliche Spannung vor, und kann dieselben Entladungen bewirken, als käme der Reiz ebenso wie das erste Mal von beiden Reizquellen.

Wie viel damit zur Erklärung der wichtigsten Erscheinung der ganzen Gedächtnisarbeit gewonnen ist, liegt auf der Hand. Auch die Festigkeit der Verbindungen, die sich stets wiederholen, also bestimmter örtlicher und zeitlicher Zusammenhänge, ist damit erklärt. Einiges Licht wird durch dieselbe Betrachtung auch verbreitet über die Verschiedenheit der direkten Empfindung und des Erinnerungsbildes. Bei

dem Mangel jeder Anschauung über die Arbeitsweise des Gedächtnisses kommt man in der Psychologie über den grossen Unterschied von Empfindung und Erinnerung nicht hinweg. Als ob von vornherein angenommen werden müsste, dass beide sich decken müssen! Das Gedächtnis hat doch gar nicht den Zweck, die Empfindung genau aufzubewahren und wiederzugeben, es dient doch wie alle Funktionen, zunächst der Erhaltung seines Trägers und als Waffe im Kampfe ums Dasein, und es wird dazu durch die Aufbewahrung der zeitlichen und räumlichen Zusammenhänge, während die Bilder der einzelnen Sinneseindrücke durchaus nicht so wieder aufzuleben brauchen, wie sie empfunden worden sind.

Fehlt dem Gedächtnisbild die sinnliche Frische des Eindrucks, so erklärt sich das schon daraus, dass die Erregung die Zellgruppen, die die Sinnesreize im Gehirn zuerst in Empfang nehmen, bei der Erinnerung gar nicht mehr passiert, sondern von den der Zusammenfassung dienenden Zellgruppen, gleich den letzten Umschaltstätten zugeführt wird, wo schon die Umwandlung in Bewegungsimpulse stattfinden mag, wenn die Erregung nicht auch bei der Wiederholung weiteren Gedächtnisstätten zugeführt wird.

Man sieht, dass die weitere Betrachtung immer wieder auf die Frage der weiteren Umschaltungen und nach dem Sitz der Gedächtnisarbeit führt. Jetzt ist aber wohl jedem Leser verständlich geworden, wie ich mir die Verteilung der Arbeit auf viele Zellgruppen denke, die auch hintereinander geschaltet sein können. Wir haben gesehen, wie sich das Gedächtnis einschiebt zwischen den äusseren Reiz und die Bewegung. Wir wissen, dass die Erregungen, die die Eindrücke veranlassen, in ausserordentlich reichlicher Weise im Gehirn umgeschaltet werden, ehe sie schliesslich entweder bald, oder vermittelst der Möglichkeit im Gedächtnis haften zu bleiben, zu jeder späteren Zeit zu Entladungen nach aussen, d. h. zu Bewegungen führen. Dass nun die ganze Gedächtnisarbeit grade an einem einzigen Punkte der vielen Umschaltungen geleistet wird, dafür spricht eigentlich gar nichts, und da wir wissen, dass jeder Eindruck Erregungen in vielen Schaltstätten hintereinander veranlasst, so ist es mir am wahrscheinlichsten, dass auch an der Aufbewahrung der zurückbleibenden Spuren viele Elemente teilnehmen, die nacheinander die Erregungen erhalten. Man kann sich sogar vorstellen, dass die ganze Kette von Elementen, die eingeschaltet ist zwischen die erste Empfangstation der Reize und die die Bewegung auslösenden Zellgruppen sämtlich bei der Gedächtnisarbeit mitwirken. Freilich kann es auch anders sein, hier lassen eben unsere anatomischen Kenntnisse noch gar keine Schlüsse zu.

Lässt man aber diese Frage der Lokalisation der Gedächtnisarbeit und der Schaltungsweise der Elemente bei Seite, so wird man finden,

dass die eigentliche Gedächtnisarbeit durch die entwickelte Annahme, je mehr man sich in die Sache vertieft, um so besser erklärbar erscheint. Es kann aber an dieser Stelle nicht noch weiter auf Einzelheiten eingegangen werden, und es muss dem denkenden Leser überlassen bleiben, die weitere Anwendbarbeit der entwickelten Anschauung durch eignes Nachdenken zu prüfen.

Schlussbetrachtung.

Unsere Untersuchung, so lückenhaft sie auch erscheinen mag, ist beendet, denn die Aufgabe, die Vorgänge bei der Übung und den Anteil des Gedächtnisses daran ausschliesslich vom physiologischen Standpunkt aus zu untersuchen oder wenigstens zu beleuchten, ist erfüllt. Ich wollte zeigen, wie weit unsere heutigen anatomischen und physiologischen Kenntnisse uns in den Stand setzen, den Übungs- und Gedächtnisvorgang zu verstehen, und ich glaube bewiesen zu haben, dass dies wohl in weit höherem Masse der Fall ist, als allgemein angenommen werden mag.

Absichtlich habe ich es, so weit es irgend thunlich war, vermieden, auf die vielen psychologischen Fragen einzugehen, die sich auf Schritt und Tritt bei der Untersuchung dieser Grenzgebiete des geistigen und körperlichen Lebens erheben, ich habe die allerwichtigsten Fragen, so sehr sie sich auch aufdrängen müssen, überhaupt nicht aufgeworfen. Damit soll nun aber nicht etwa angedeutet sein, dass ein so ausschliesslich physiologischer Standpunkt zur Lösung aller Probleme ausreichen könnte, und dass die psychologischen Fragen sich etwa dadurch erledigten, dass man sie gar nicht stellt. Wohl aber sollte hier absichtlich die Möglichkeit gezeigt werden, solche Grenzfragen ganz ausschliesslich von einem Standpunkt aus zu behandeln.

Freilich ist meine Untersuchung durch diese Beschränkung auch halbe Arbeit geblieben, aber die psychologischen Erscheinungen beim Übungsvorgang hängen so innig mit den Grundfragen der Psychologie überhaupt zusammen, ihre Betrachtung führt z. B. so notwendig auf das Problem des Willens, dass eine Erörterung ohne Berührung jener Hauptfragen gar nicht denkbar wäre. Die Beschränkung war daher schon nötig, um diese Arbeit nicht über den Raum, der ihr geboten war, hinauswachsen zu lassen.

Nur ein Punkt muss noch kurz erwähnt werden. In der gangbaren psychologischen Literatur über die Übung wird der Leser als Hauptproblem die Frage erörtert finden, wie bewusste willkürliche Bewegungen durch Übung zu unbewussten, sogenannten automatischen Thätigkeiten werden können, und der psychologisch gebildete Leser wird die Besprechung dieser Frage in meiner Arbeit vermissen. Deshalb

muss ich erwähnen, dass meiner Ansicht nach diese Frage eine rein psychologische und keine physiologische ist. Denn bei diesem Erfolge der Übung handelt es sich nur um den Übergang von Bewusstem zu Unbewusstem, also grade um das Grundproblem der Psychologie. Freilich ist versucht worden, für den Vorgang eine physiologische Erklärung zu geben. Man stellte die Hypothese auf, dass bei fortgesetzter Übung einer Thätigkeit sich für die geübte Funktion Verbindungswege bilden, die die Grosshirnrinde gar nicht berühren, so dass die Bewegung, die zuerst mit Hilfe der Grosshirnrinde unter Mitwirkung des Bewusstseins eingeübt wird, später abläuft, ohne dass der Erregungsvorgang erst bis zur Grosshirnrinde gelangt. Die Erklärung ist aber meines Wissens von keinem Anatomen angenommen worden, sie widerspricht auch den allersichersten Erfahrungen. Beim Menschen werden Bewegungen, die die allergrösste Neigung zeigen, automatisch zu werden, d. h. ohne Mitwirkung des Bewusstseins ablaufen zu können, durch Grosshirnrinden-Verletzungen regelmässig aufgehoben.

Übrigens ist es auch kaum denkbar, dass der Erfolg der Übung darauf beruhen soll, dass die Elemente, welche die Erfahrungen aufgespeichert haben, die den Übungserfolg bewirken, schliesslich bei der Arbeit gar nicht mehr mitwirken sollen, und da alle erlernten Bewegungen unter gewissen Umständen automatisch ausgeführt werden können, würde die ganze Grosshirnrinde gewissermassen nur den Lehrer für die untergeordneten Schaltstätten spielen. Solche physiologischen Erklärungsversuche des rein psychologischen Problems des Vorhandenseins oder Fehlens von Bewusstsein beim Ablauf ein und desselben physiologischen Vorganges, können natürlich keinen Wert haben, und wie berechtigt es war, die angeschnittene Frage bei unserer Untersuchung nicht zu berücksichtigen, ergeben schon die wenigen Andeutungen, die ich gemacht habe.

Die Bewusstseinsvorgänge, die die Übung und die Thätigkeit des Gedächtnisses begleiten, können nur im Zusammenhange besprochen werden, und dieser Aufgabe müsste eine besondere Arbeit gewidmet werden.

Druck der kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.